ARCHIVES
DU MUSÉUM
NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

PUBLIÉES

PAR MM. LES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS
DE CET ÉTABLISEMENT

SIXIÈME SÉRIE

TOME VIII

SOMMAIRE

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1932

Ce volume a été publié en Novembre 1932.

ARCHIVES
DU MUSÉUM
NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

SIXIÈME SÉRIE

NOMS

DE

MM. LES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS

DU

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

PAR ORDRE D'ANCIENNETÉ

L. LAPICQUE ..	Professeur honoraire	....	— 1911
R. VERNEAU ..	—	....	— 1909
BOUVIER	—	....	— 1895
H. LECOMTE ..	—	....	— 1906
L. MANGIN ...	—	....	— 1904
BOIS	—	....	— 1920
J. COSTANTIN .	—	....	— 1901

LACROIX	Professeur	de Minéralogie	— 1893
M. BOULE.....	—	de Paléontologie	— 1903
JOUBIN..... .	—	de Zoologie (Mollusques et Zoophytes)	— 1903
J. BECQUEREL.	—	de Physique appliquée à l'histoire naturelle..........	— 1909
LOUIS ROULE .	—	de Zoologie (Reptiles, Batraciens et Poissons)	— 1910
CH. GRAVIER .	—	de Zoologie (Vers et Crustacés)	— 1917
TISSOT.	—	de Physiologie générale	— 1920
GRUVEL......	—	de Zoologie (Pêches et productions coloniales d'origine animale)	— 1920
LEMOINE.....	—	de Géologie..................	— 1920
R. ANTHONY..	—	d'Anatomie comparée	— 1922
BOURDELLE ..	—	de Zoologie (Mammifères et Oiseaux)	— 1926
FOSSE	—	de Chimie appliquée aux corps organiques............	— 1928
P. RIVET	—	d'Anthropologie	— 1928
CHEVALIER ...	—	de Productions coloniales d'origine végétale........	— 1929
HUMBERT	—	de Botanique (Phanérogames)......................	— 1931
JEANNEL	—	de Zoologie (Insectes)............................	— 1931
ALLORGE	—	de Botanique (Cryptogames)..........	— 1932
N............	—	de Culture	— ....
N............	—	de Physique végétale..............................	— ....
N............	—	de Botanique (Organographie)	— ....

ARCHIVES
DU MUSÉUM
NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

PUBLIÉES

PAR MM. LES PROFESSEURS-ADMINISTRATEURS

DE CET ÉTABLISSEMENT

SIXIÈME SÉRIE

TOME HUITIÈME

PARIS
MASSON ET C[IE], ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN
1932

7009-31. — CORBEIL, IMPRIMERIE CRÉTÉ.

Aperçu historique
sur les
Homologies de l'insula des Mammifères

PAR LE D[r] BRANISLAV PETRONIEVICS

INTRODUCTION

Le problème des homologies des scissures et des circonvolutions de l'insula des Mammifères constitue le point central du problème général de ces homologies. Dans les lignes qui

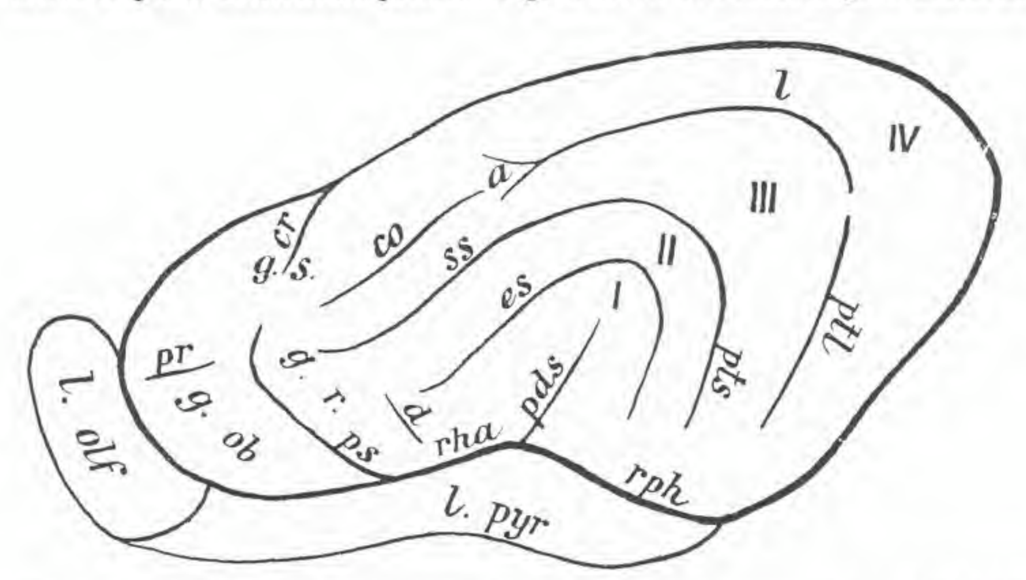


Fig. 1. — *Côté latéral de l'hémisphère gauche du cerveau d'un Carnivore du type des Canidés.*

Les noms des scissures sont les suivants :

1. *Fissura rhinalis anterior (rha).*
2. *Fissura rhinalis posterior (rhp).*
3. *Fissura pseudosylvia (pds).*
4. *Fissura ectosylvia (es).*
5. *Fissura suprasylvia (ss).*
6. *Fissura postsylvia (pts).*
7. *Fissura coronalis (co).*
8. *Fissura lateralis (l).*
9. *Fissura poslateralis (ptl).*
10. *Fissura præsylvia (ps).*
11. *Fissura prorea (pr).*
12. *Fissura cruciata (cr).*
13. *Fissura ansata (a).*
14. *Fissura diagonalis (d).*

Voici les noms des circonvolutions correspondantes :

1. *Gyrus arcuatus primus (I).*
2. *Gyrus arcuatus secundus (II).*
3. *Gyrus arcuatus tertius (III).*
4. *Gyrus marginalis sive arcuatus quartus (IV).*
5. *Gyrus reuniens (g. r.).*
6. *Gyrus sigmoides (g. s.).*
7. *Gyrus orbitalis (g. ob).*
8. *Lobus olfactorius (l. olf).*
9. *Lobus pyriformis (l. pyr).*

suivent, nous nous proposons de donner un aperçu historique du développement de cette branche de l'anatomie comparée du cerveau et de faire ressortir toute l'importance des résultats acquis dans la dernière période de ce développement.

Pour faciliter la compréhension des différentes théories que nous allons exposer, nous indiquons d'abord dans la figure 1 les scissures et les circonvolutions les plus importantes de la face extérieure du cerveau des Mammifères.

L'histoire des théories que nous allons exposer peut être divisée en trois périodes: période préparatoire, période intermédiaire et période définitive. Dans la première, on découvre l'insula de l'Homme et des Singes ; dans la deuxième, on découvre l'insula chez d'autres Mammifères, et on pose le problème des homologies de ses scissures et de ses circonvolutions ; dans la troisième, on délimite le territoire de l'insula, et on donne une solution plus ou moins définitive du problème de ses homologies.

La première période commence avec REIL (1809); la deuxième, avec BROCA (1878) et la troisième avec HOLL (1899) et ELLIOT SMITH (1902).

PREMIÈRE PÉRIODE

(1809-1878)

C'est REIL (Johann Christian Reil) qui a découvert et décrit pour la première fois l'insula de l'Homme dans un article paru en 1809 dans *Archiv für Physiologie* (Cf. littérature, n° 1). Cette description de l'insula est assez sommaire, et REIL n'en donne aucune figure (1).

Presque en même temps que REIL, en 1810, GALL (Franz Josef Gall) avait aussi décrit l'insula de l'Homme sous le nom de « courtes circonvolutions du cerveau » (2).

La description de l'insula de l'Homme donnée par REIL et GALL a été élargie plus ou

(1) Dans son article, REIL décrit l'insula en deux endroits. D'abord page 144 : « Die Insel nenne ich den länglich-ovalen Grund der Sylvischen Grube, auf welchem kleine, kurze und versteckte Windungen stehn, die von einer RINNE umgeben sind. » Ensuite, en connexité avec la description de la fosse sylvienne (p. 196-7) : « Die Insel hat eine länglich-runde Gestalt, besteht aus einigen kleinen, bedekten und untergeordneten Windungen, die eine eigene ihrem Mittelpunkt zugekehrte Gruppirung haben. Sie ist schwach erhaben und sitzt auf dem grossen Hirnganglium und der merkwürdigen äusseren Wand desselben. Um dieselbe geht eine RINNE herum, die sich hinterwärts und aufwärts als Sylvische Grube zwischen ihre beiden Wände fortpflanzt. »

Dans la légende de la figure 10 (*Erklärung des Kupfers*, tab. X), REIL dit : « Aus dem Grunde der Sylvischen Grube ist die Insel mit ihren Windungen weggebrochen » (p. 207). Cette figure représente « die äussere Fläche der rechten Hälfte des grossen Gehirns ».

(2) Dans le premier volume de son grand ouvrage (littérature, n° 2), GALL décrit l'insula de la manière suivante : « Si l'on enlève le lobe moyen du reste de la masse nerveuse, ce qui est très aisé à effectuer, parce qu'il est séparé du lobe antérieur par la fissure de Sylvius, on voit d'abord (Pl. V, A) entre 39-39-40, la profondeur et l'étendue en arrière de cette fissure ; secondement on aperçoit (42-42) des circonvolutions qui, par leur peu de longueur et par leur situation enfoncée et intérieure, sont cachées entre le lobe moyen et les hémisphères, et auxquelles jusqu'à présent on n'a pas fait attention » (p. 197). Et page 199 : « Les faisceaux radiés à leur sortie de leur ganglion (couches optiques) traversent un gros amas de substance grise, dont une moitié est placée dans les cavités du cerveau, et l'autre à l'extérieur. Celle-ci est entourée par les courtes circonvolutions du cerveau, indiquées plus haut (Pl. V, 42. 42). » Cependant GALL ne donne, dans cette planche, qu'une coupe de ces circonvolutions.

Comme GALL ne cite que les huit premiers volumes de l'*Archiv* de REIL (vol. VIII est cité p. 244), il est bien probable qu'il soit arrivé à la découverte de l'insula indépendamment de celui-ci.

moins considérablement par les auteurs ultérieurs de cette période : par DÖLLINGER (3), MECKEL (4), BURDACH [qui donne la première figure de l'insula (5); cf. fig. 2 dans notre

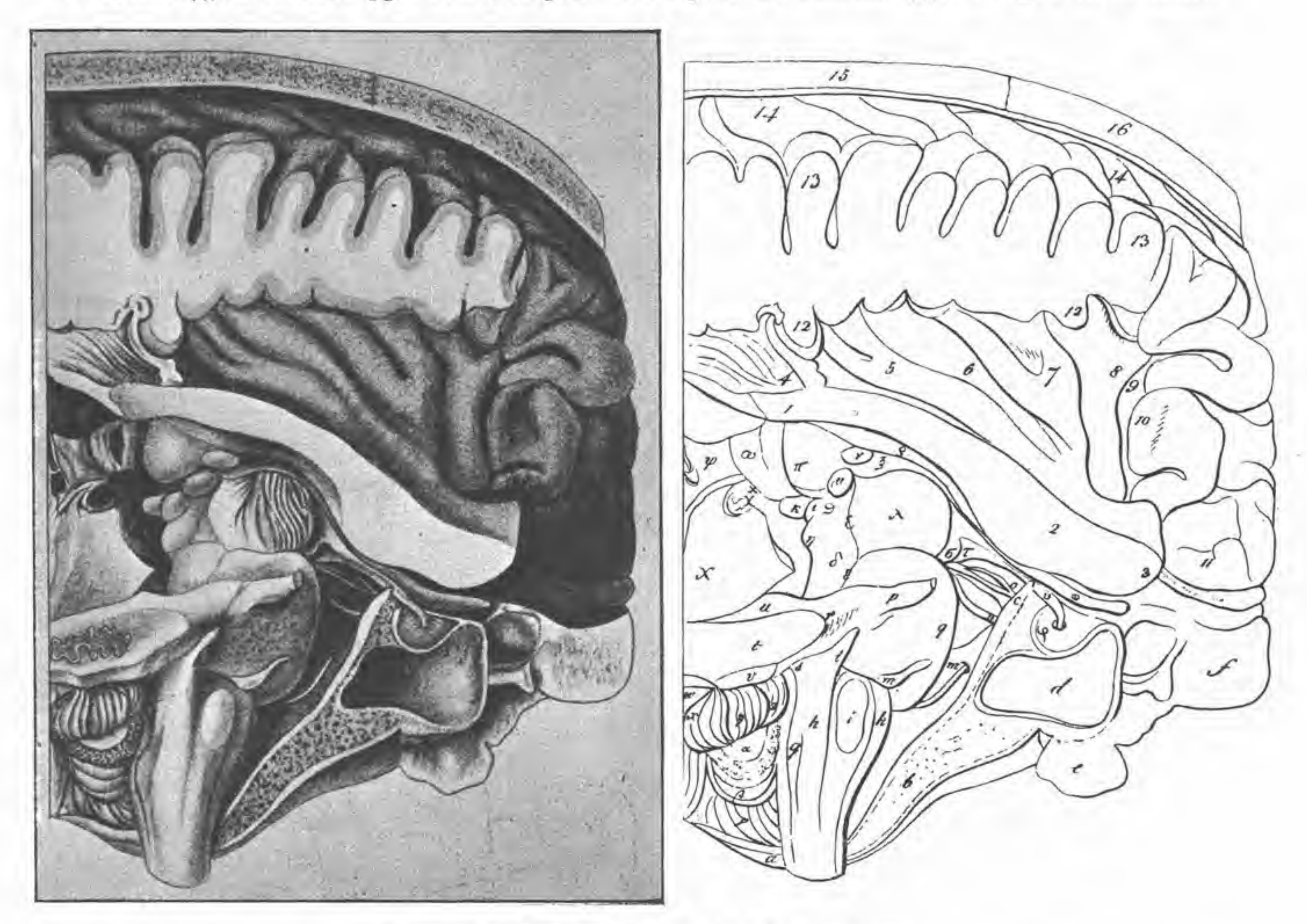


Fig. 2. — *Die Insel und die Seitentheile des Hirnstammes.*

5-8. Die Insel oder die innere Seitenwand der Oberspalte.

5, 6, 7. Schräge nach vorne und unten herabsteigende und in die obre Fläche des Unterlappens sich fortsetehende Rand wülste der Insel.

8. Vordere, senkrechte Randwulst der Insel.

9. Die Vorderspalte.

C'est la figure de la planche V extraite de l'ouvrage de BURDACH sur la structure et la vie du cerveau, avec son explication originale abrégée.

(3) Sur DÖLLINGER, dont je n'ai pu voir la brochure (Cf. littérature, n° 3), cf. l'ouvrage de BURDACH (littérature, n° 5), p. 387.

(4) Dans le troisième volume de son ouvrage anatomique (littérature, n° 4), MECKEL, après avoir parlé de la fosse sylvienne (p. 491), décrit pour la première fois les circonvolutions insulaires elles-mêmes : « Diese (c'est-à-dire l'insula) ist beinahe zwei Zoll lang, vorn ungefähr 1 1/2 Zoll hoch, endigt sich hinten stumpf zugespitzt und bildet eine Wölbung nach aussen. Auf ihr springen drei bis vier flache, von unten nach oben divergierende, und breiter werbende Wülste hervor, von welchen die vorderen kürzer, aber breiter und senkrecht, zum Theil auch etwas nach vorn gerichtet, die hinteren länger, schmäler und schräger nach hinten gewandt sind, und alle von der weissen Vereinigungsstelle beider Lappen, wie von einem gemeinschaftlichen Ausstrahlungspunkte entstehen.

« Von den Wülsten des mittleren Lappens sind sie durch eine glatte, ungefähr vier Linien breite Stelle getrennt, in die des vorderen gehen sie dagegen nach vorn sehr genau so über, dass sie als ununterbrochene Fortsetzungen derselben erscheinen » (p. 491-2).

(5) Dans son remarquable ouvrage (littérature, n° 5), BURDACH nous a donné non seulement une description des circonvolutions insulaires encore plus détaillée que celle de MECKEL, mais aussi la première figure de l'insula (dans Tafel V, n°s 5-8 et 9).

texte], MAYO (6), ROLANDO (7), ARNOLD (8), FOVILLE (9), et par d'autres (10).

HUSCHKE semble avoir été le premier à affirmer et GRATIOLET le premier à constater l'existence d'une insula chez les Singes (11).

Avant eux, LEURET avait relevé l'analogie qui existe entre l'insula de l'Homme et certaines circonvolutions logées au fond de la scissure de Sylvius chez d'autres Mammifères (12) (notamment chez le Mouton ; cf. fig. 3). Mais quoique cette analogie fût regar-

En donnant à l'insula le nom de *Stammlappen*, il distingue pour la première fois, quoique pas encore assez nettement, les trois scissures qui la délimitent : « Sie (sc. l'insula) erscheint also nicht an der äusseren Fläche des Gehirns, sondern liegt verborgen in der Oberspalte, deren innere Seitenwand sie bildet, indem der Klappdeckel von oben her, der Unterlappen von unten her, und der Vorderlappen von vorne her sich nach aussen an sie anlegen. So verwahrt und eingeschlossen, kommt sie denn auch erst zum Vorschein, wenn man diese Lappen abgebrochen hat. Doch ist sie durch Spalten von ihnen abgetrennt : durch die Unterspalte gegen den unteren und hinteren, durch die Oberspalte gegen den oberen, durch die Vorderspalte gegen den vorderen Lappen » (p. 167).

Dans les notes historiques étendues et consciencieuses qu'il ajoute à son ouvrage, BURDACH remarque (p. 387) qu'une coupe de circonvolutions insulaires se voit déjà sur les figures du cerveau de VICQ D'AZYR (dans son grand ouvrage).

(6) Dans ses deux travaux (Cf littérature, nos 6 et 7), MAYO n'a reproduit qu'un texte abrégé de REIL.

(7) Dans sa célèbre étude, publiée l'année 1830 (littérature, no 8), ROLANDO décrit l'insula de l'Homme de la manière suivante : « E stato osservato da molto tempo, che alla superficia della scissura del Silvio esistevano anfrattuosità e circonvoluzioni simili a quelle, che si scorgono nelle altre regioni degli emisferi ; ma da Reil è stato primieramente indicata una disposizione particolare di questi processi, che ha distinto col nome d'*isola*... In questa regione i processi enteroidei (c'est-à-dire les circonvolutions) sono in tal modo disposti, che partendo a guisa di raggi dalla parte inferiore della fissura del Silvio, ed innalzandosi formano un' eminenza quasi triangolare colla base in su rivolta.

» Cinque sono questi processi, alcuni d'essi però subdivisi fanno si, che sette ed anche nove se ne osservano. »

Dans ses planches, ROLANDO donne deux figures de l'insula (fig. I et fig. III), mais cette deuxième la représente mieux que l'autre.

(8) Dans son ouvrage anatomique (littérature, no 10), ARNOLD donne à l'insula le nom de *Zwischenlappen* et la décrit ainsi : « Der Zwischenlappen oder der Stammlappen, lobus intermedius, s. opertus, s. caudicis, liegt versteckt zwischen dem Ober- Vorder- und Unterlappen und erfüllt den Raum, welcher als Insel nach REIL bezeichnet wird. Dieser Lappen wird in seinem ganzen Umfang von einer Rinne umgeben, durch diese scharf begrenzt und ist mit mehreren, kurzen und eigenthümlich geordneten Wülsten versehen. » Le terme *gyri breves*, qu'on attribue à ARNOLD, se trouve déjà chez BURDACH (*loc. cit.*, p. 387), qui l'attribue à GALL (mais chez celui-ci il n'y a que le terme français correspondant).

(9) La description de l'insula qu'on trouve dans l'ouvrage de FOVILLE (littérature, no 11) est peut-être la meilleure avant celle d'EBERSTALLER. Voici sa partie essentielle : « Circonscrite par une sorte de triangle scalène dont les angles sont émoussés, l'insula forme une éminence bombée, qui regarde en dehors et un peu en bas.

« Les trois bords du triangle dans lequel est inscrite cette éminence sont proportionnels dans leur grandeur aux trois parois qui leur correspondent. Le supérieur est donc le plus grand, le postérieur inférieur vient ensuite, et l'inférieur est de beaucoup le plus petit.

« Son bord antérieur est le même que le bord adhérent de la paroi antérieure inférieure. Le supérieur, vers lequel concourent les terminaisons élargies des replis circonvolutionnaires de sa surface, correspond au bord adhérent de la paroi supérieure, et le bord postérieur inférieur au bord adhérent de la paroi postérieure inférieure.

» Les angles postérieur et antérieur de la circonscription de l'insula n'ont rien de remarquable que d'être émoussés. Quant à l'angle interne du triangle, vers lequel concourent les sommets de ces petites circonvolutions, il est blanchâtre, uni, fortement concave d'avant en arrière et convexe de droite à gauche, et, tandis qu'il correspond en dehors aux circonvolutions de l'insula, il se termine en bas et en dedans sur le bord externe d'une surface blanchâtre qui forme le fond de la partie basilaire de la scissure de Sylvius » (p. 180-1).

(10) Dans l'ouvrage de SÖMMERING-VALENTIN (S. Th. von Sömmering, Hirn- und Nervenlehre umgearbeitet von G. Valentin, Leipzig, 1841), par exemple, on trouve mentionné pour la première fois le *gyrus longus insulæ*.

(11) En exposant, dans son ouvrage (littérature, no 12), les caractères de quatorze groupes de Mammifères proposés par LEURET, HUSCHKE caractérise le dernier de ces groupes de la manière suivante : « Die AFFEN, und vorzüglich die MAKIS, haben keine so grossen und geschlängelten Windungen, wie der Elephant. Aber die Form des gauren Hirns, seine Entwickelung nach hinten, die Ausdehnung und Neigung der Sylvischen Grube ist offenbar menschlich, wie von einer menschlichen Frucht. Ich sethe aber hierzu eine wichtige, jetzt erst *eintretende* Veränderung, das ist die Entstehung eines KLAPPDECKELS und die Randwüslte der INSEL » (p. 134).

Dans son mémoire fondamental (littérature, no 13), GRATIOLET constate d'abord l'existence d'une insula chez *Callitriche* : « La partie de la scissure (sc. de Sylvius) qui est comprise entre son coude et son sommet est large et profonde. Si l'on écarte ses bords, on voit qu'elle se dilate singulièrement dans son fond, qui loge une saillie arrondie, elliptique, qui... a reçu le nom d'*insula*... Nous l'appellerons *lobe central* » (p. 24). Et ensuite il constate l'existence de ce lobe aussi chez d'autres Singes.

(12) Dans son ouvrage anatomique fondamental (littérature, no 14), LEURET dit à cet égard : « La ligne S (Pl. VII, fig. 3), tracée sur le cerveau du Mouton et sur celui du Cheval (Pl. VIII, fig. 2), conduit à la scissure de Sylvius, au fond de laquelle on voit, sur l'un et sur l'autre animal, une petite circonvolution qui rappelle les circonvolutions de l'*île* qui se trouve au fond de la scissure de Sylvius, chez l'Homme » (p. 385).

dée par Owen et par Huxley comme une vraie homologie (13), la plupart des auteurs de cette période n'admirent l'existence d'une insula que chez l'Homme et chez les Singes (13).

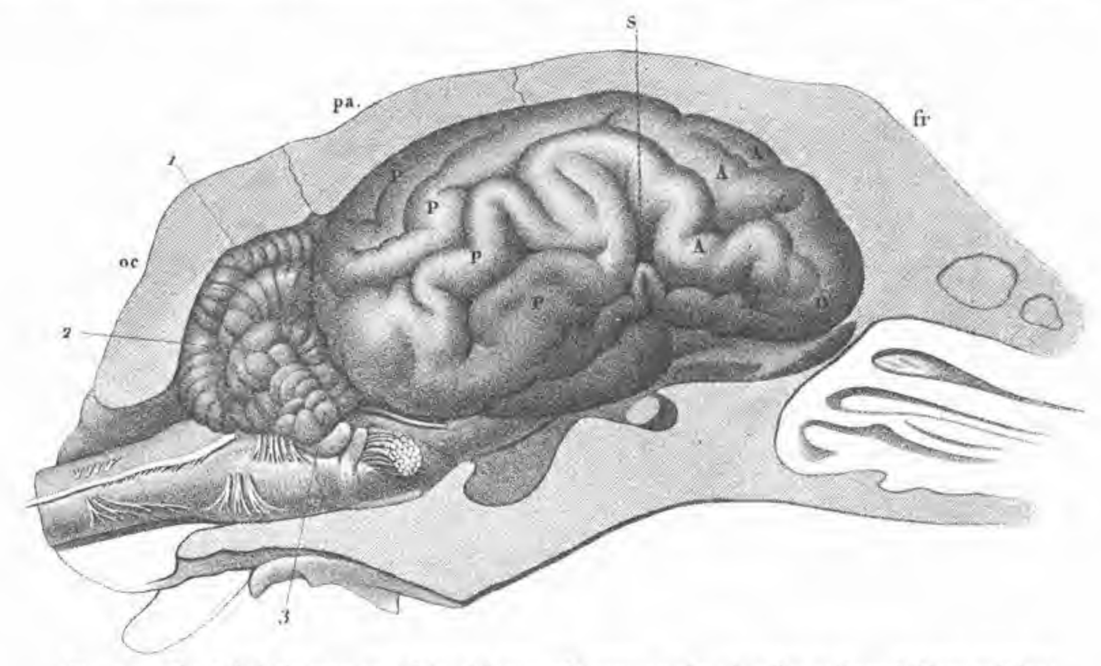


Fig. 3. — *Encéphale du mouton vu du côté externe et contenu dans le crâne scié sur la ligne médiane.*

S, scissure de Sylvius, au fond de laquelle se trouve une circonvolution supplémentaire.
C'est la figure 3, planche VII, dans l'Atlas de Leuret, reproduite ici avec son explication originale.

DEUXIÈME PÉRIODE

(1878-1899)

1. PAUL BRCCA

La deuxième période est ouverte par l'article fondamental de Broca : *Le grand lobe limbique et la scissure limbique dans la série des Mammifères*, publié en 1878 (littérature, nº 18).

(13) Dans son grand ouvrage anatomique (littérature, nº 15), Owen affirme expressément que cette homologie existe : " The central lobe... answers to the, Insel of Reil'and is not visible outwardly ; it includes the gyri breves and is, by some, held to be peculiar *to Quadrumana* and *Bimana*..." (p. 132). Et ailleurs : " The homology of the sylvian fissure and fold is not obscured by the minor intersylvian convolutions, which are exposed in the Sheep and Elephant, and are concealed in higher Quadrumana and Man, where they constitute the *gyri breves* of Arnold " (p. 129).

Dans son ouvrage anatomique excellent (littérature, nº 16), Huxley affirme l'existence de l'insula chez le Porc ; " What in the Rabbit was a mere angulation, in the Pig has become a long sulcus, the *Sylvian fissure*, and at the entrance of the Sylvian fissure... there is an elevation which answers to the *insula*, or *central lobe* " (p. 61-2).

Parmi ceux qui ont nié l'existence de l'insula chez d'autres Mammifères excepté l'Homme et les Singes, se trouvent aussi Husckhe et Gratiolet eux-mêmes. Le premier dit à cet égard (*loc. cit.*, p. 140) : « *Die Insel fehlt*, soweit meine Erfahrung reicht *anderen Säugethieren* (z. B. Katze, Hund, Schaf, Ochs u. s. w.)... Im Affen erscheint sie zuerst als *eine einfache hügelartige Auftreibung* unter dem ebenfalls jezt erst erscheinenden Klappdeckel... *Erst im Menschenhirn bekommt sie ihre vier bis fünf fächerartig aus einander laufenden Aeste* (*Gyri breves s. operti*) ». Et le deuxième (dans le deuxième tome de l'ouvrage cité, littérature, nº 17) : « Le lobe central paraît particulier à l'Homme et aux Singes ; peut-être voit-on quelque chose d'analogue dans les Makis, mais on ne voit rien de semblable chez les autres Mammifères » (p. 112). En outre, Gratiolet affirme (*ib.*, p. 111) que le lobe central est « lisse dans les Singes », mais qu'il « porte plusieurs plis rayonnants dans l'Homme ».

Dans cet article (que nous citerons d'après le volume V des *Mémoires*), BROCA distingue entre le lobe sous-sylvien ou lobe de l'insula et l'insula proprement dite, celle-ci ne constituant qu'une partie de celui-là.

Le lobe sous-sylvien des non-Primates est la partie de l'écorce qui se trouve au fond de la fosse sylvienne, entre la scissure limbique (*fissura rhinalis*) et la circonvolution sylvienne (14) (*gyrus arcuatus primus*). Il se compose de deux plis, l'un supérieur, l'autre inférieur : le pli temporo-pariétal et le pli temporo-frontal (15). Ces deux plis sont entièrement superficiels chez le Tapir (Cf. fig. 4) ; chez le Cheval, ils ne sont superficiels que dans leur

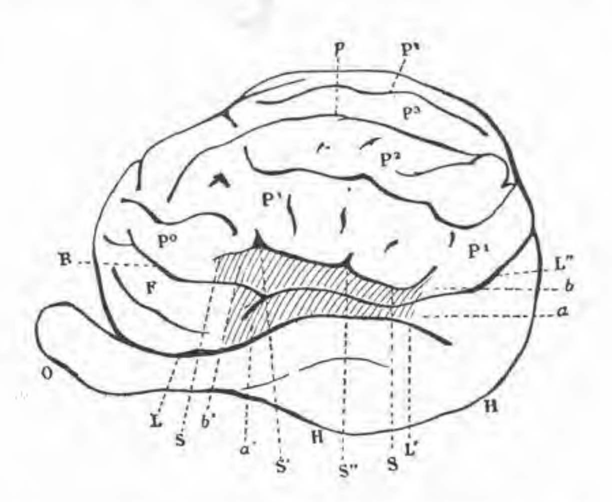


Fig. 4. — *Tapir, face externe de l'hémisphère gauche.*

SS, bord inférieur de la circonvolution sylvienne (P'P') formant la marge supérieure de la fosse de Sylvius ; *aa'*, pli sous-sylvien inférieur, ou temporo-frontal ; *bb'*, pli sous-sylvien supérieur, ou temporo-pariétal.

C'est la figure 18 de l'article de BROCA extraite de ses *Mémoires*, vol. V, p. 310, et reproduite ici avec son explication originale abrégée.

partie antérieure (16). Chez les Ruminants, le pli temporo-frontal s'atrophie, mais le pli temporo-pariétal reste superficiel (17). Chez les Porcs, ce n'est que la racine antérieure de ce pli qui reste superficielle (18), tandis que, chez les Carnassiers, cette racine antérieure disparaît elle aussi de la surface, et le lobule sous-sylvien devient chez eux entièrement pro-

(14) « Le bord inférieur de cette fosse est formé par le bord externe du grand lobe limbique ; son bord supérieur, par l'arc sylvien ; son fond, par une couche d'écorce cérébrale qui recouvre le noyau lenticulaire ou noyau extra-ventriculaire du corps strié et qui constitue le *lobule sous-sylvien*, analogue au lobe de l'insula des Primates » (p. 308).

Rappelons ici que le grand lobe limbique comprend, d'après BROCA, les trois portions suivantes : la circonvolution du corps calleux (*gyrus fornicatus*), qui en forme l'arc supérieur ; le lobe de l'hippocampe, qui en forme l'arc inférieur, et le lobe olfactif, qui en est le prolongement antérieur et dont la base se continue en arrière avec le lobe de l'hippocampe (p. 247-248).

(15) « Ces *plis sous-sylviens* sont au nombre de deux. Ils sont longitudinaux. L'un est supérieur, l'autre inférieur. Il est assez rare qu'ils soient tous deux assez développés pour être superficiels l'un et l'autre ; cette disposition s'observe pourtant quelquefois, par exemple chez le Tapir (fig. 18). J'appellerai l'inférieur le *pli temporo-frontal*, et le supérieur le *pli temporo-pariétal* » (p. 309).

(16) « Chez le Cheval, les deux plis sous-sylviens sont encore assez volumineux, mais ils ne sont superficiels que dans leur partie antérieure (Voir fig. 19) » (p. 210-211).

(17) « Jusqu'ici, chez le Tapir et chez le Cheval, nous avons vu les deux plis sous-sylviens développés l'un et l'autre à un degré suffisant pour subdiviser la fosse de Sylvius en deux régions distinctes, l'une supérieure, l'autre inférieure. La constitution de cette fosse se simplifie chez les Ruminants, par suite de l'atrophie du pli temporo-frontal ; mais leur pli temporo-pariétal est très volumineux et superficiel dans toute son étendue » (p. 312).

(18) « On vient de voir que, chez les Porcs, le pli temporo-pariétal, quoique déjà très atténué, n'est pas encore entièrement recouvert par l'arc sylvien et que sa racine antérieure ou pariétale est encore superficielle » (p. 316).

fond (19). Il est de forme triangulaire chez le Chien et devient visible quand on écarte les bords de la scissure de Sylvius (20) (Cf. fig. 5).

Le lobe de l'insula des Primates se compose aussi de deux parties : de l'insula proprement dite, qui correspond au pli temporo-frontal du lobule sous-sylvien, et du pli de pas-

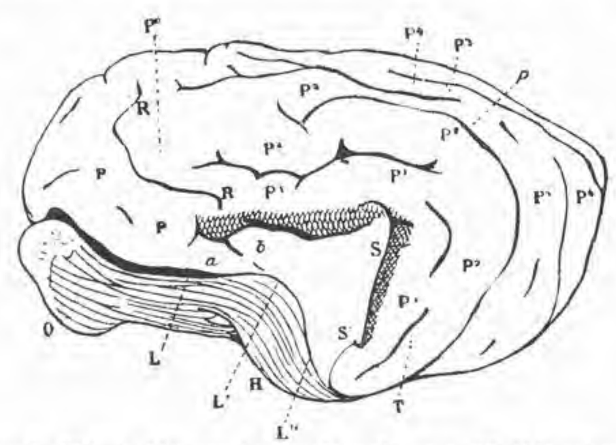


Fig. 5. — *Chien ratier, face externe de l'hémisphère gauche, sur laquelle on a dilaté la scissure de Sylvius et relevé l'arc sylvien pour mettre à découvert la fosse de Sylvius. La face profonde de la circonvolution sylvienne* P'P', *devenue apparente, est ombrée.*

S'*a*, pli sous-sylvien inférieur ou temporo-frontal ; S'S*b*, pli sous-sylvien supérieur ou temporo-pariétal.
C'est la figure 24 de BROCA extraite de ses *Mémoires*, etc., vol. V, p. 317, avec son explication originale.

sage temporo-pariétal profond, qui correspond au pli temporo-pariétal du lobule sous-sylvien (21). L'insula proprement dite ne possède de circonvolutions que chez les Anthropoïdes et chez l'Homme (22).

Enfin, il faut mentionner que la position superficielle ou plus ou moins profonde du lobe sous-sylvien dépend, d'après BROCA, de son volume (23).

(19) « Cette racine antérieure du pli temporo-pariétal disparaît à son tour chez les Carnassiers.... Chez ces animaux (chez le Chien et la Loutre), comme chez tous les autres Carnassiers, le lobule sous-sylvien est entièrement profond » (p. 316).

(20) « Pour le rendre apparent, il faut prendre un cerveau frais ou à peine durci... ; la circonvolution sylvienne, encore souple, se laisse aisément soulever avec le manche d'un scalpel ; on arrache délicatement avec une pince fine les prolongements profonds de la pie-mère, et, dilatant ainsi la scissure de Sylvius et la partie antérieure de la scissure limbique, on met à découvert tout le lobule sous-sylvien, c'est-à-dire tout le fond de la fosse de Sylvius. La pièce ainsi disposée peut être aisément moulée. La figure 24 représente l'un de ces moules. Un léger relief linéaire L L' L'', formé par le bord externe du grand lobe limbique, représente la lèvre inférieure de la scissure limbique et forme le bord inférieur de la fosse de Sylvius. Celle-ci est triangulaire : ses deux autres bords sont entourés par la circonvolution sylvienne, PP', dont la face profonde, retournée vers l'extérieur, est indiquée sur la figure par une ombre légère » (p. 317-318).

(21) « Le pli inférieur ou *temporo-frontal* (du Tapir), chez les Primates, constitue l'insula. Le pli supérieur ou temporo-pariétal est l'analogue du pli de passage temporo-pariétal qui, chez les Primates, traverse le fond de la scissure de Sylvius derrière l'insula et qui s'étend de la première circonvolution temporale à la circonvolution pariétale externe ou sylvienne » (p. 309-310).

« Le pli de passage temporo-pariétal est simple et sans flexuosités chez la plupart des Primates ; il se complique un peu plus chez les Primates supérieurs et chez l'Homme, où il forme une circonvolution assez flexueuse et assez volumineuse, mais toujours très profonde.

En avant de ce pli de passage, le reste du lobe de l'insula est constitué par une saillie convexe, qui s'étend jusqu'à l'entrée de la fosse de Sylvius. Cette saillie constitue l'*insula proprement dite*.... En d'autres termes, le lobe de l'insula comprend deux parties : l'insula et le pli de passage temporo-pariétal » (p. 368).

(22) « L'insula est toujours simple chez les Cébiens et les Pithéciens, ainsi que chez les Gibbons. Chez les grands Anthropoïdes et chez l'Homme, elle se subdivise en un certain nombre de plis qui convergent vers le pôle et vont gagner successivement les divers points de la rigole supérieure, qu'ils traversent pour se jeter profondément dans le lobe frontal » (*loc. cit.*, p. 369).

(23) « Chez les animaux autres que les Primates, le lobule sous-sylvien est tantôt superficiel, tantôt profond, et sa position dépend principalement de son volume. Chez les Carnassiers, où il est très petit, il est entièrement caché sous la circonvolution sylvienne ; chez les Ruminants, chez la plupart des Pachydermes, il est plus volumineux, et il apparaît en tout ou en partie à la surface du cerveau. Le lobe de l'insula des Primates... atteint... un volume non seulement égal, mais même supérieur... à celui du lobule sous-sylvien superficiel des Ruminants et des Pachydermes. Il reste profond cependant, et il est même d'autant plus profond qu'il est plus volumineux » (p. 369).

2. JULIUS KRUEG

Cet anatomiste autrichien qui, par sa terminologie précise des scissures et des circonvolutions cérébrales, avait créé (après et avec OWEN) une base solide pour la solution du problème général des homologies, a le mérite historique d'avoir précisé la conception insulaire de BROCA. En déclarant le lobule sous-sylvien du Chien homologue en entier à l'insula de l'Homme, KRUEG détermine les trois scissures qui le délimitent (24) (Cf. fig. 6).

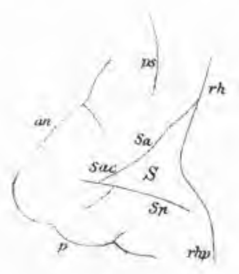


Fig. 6. — *Canis familiaris* — $\frac{66}{66}$. — *Fiss. Sylvii* geöffnet.

S, *Fissura Sylvii.*
Sa, *Processus anterior*
Sac, *Processus acuminis* } *Fissuræ Sylvii.*
Sp, *Processus posterior*
rh, Fissura rhinalis.
rhp, Fissura rhinalis posterior.
C'est une des figures de la planche XXXIV accompagnant l'article de J. KRUEG, cité littérature, n° 19, avec son explication originale abrégée.

3. OSKAR EBERSTALLER

Dans son étude célèbre publiée en 1887 (littérature, n° 21), EBERSTALLER fut le premier à donner une description détaillée des scissures et des circonvolutions de l'insula de l'Homme et à en fixer la nomenclature. Il a établi surtout l'existence de la scissure centrale (25), qui divise l'insula en *insula anterior et posterior*, et l'existence du *gyrus longus insulæ* (Cf. fig. 7).

Quant au problème des homologies, EBERSTALLER discute l'homologie entre le pli

(24) Dans son article bien connu (littérature, n° 19), KRUEG dit : « Bei allen Caniden erscheint die F. *Sylvii* an der Oberfläche als eine einfache, etwa aus der Vereinigungsstelle der F. rhinalis und rhinalis posterior entspringende, nach oben rückwärts geneigte, nicht sehr lange Furche. Zieht man die beiden Furchenlippen aus einander, so sieht man in der Tiefe, beispielsweise beim Hunde, der Hauptsache nach zwei Furchenstücke, die einen spitzen nach unten offenen Winkel bilden, von dessen Scheitel noch ein dritter kurzer Fortsaez, Processus acuminis (*Sac*), nach oben ragt. Der vordere Schenkel, Processus anterior (*Sa*), strebt nach vorn unten, vereinigt sich entweder wirklich mit der F. rhinalis oder mit dem hinteren Ende der F. præsylvia, der hintere zieht gegen die F. rhinalis posterior herab, manchmal scheint er von den übrigen ganz getrennt zu sein, wie das auch BROCA... so abbildet. Die Vereinigungsstelle zwischen F. rhinalis und F. rhinalis posterior ist sehr seicht. Der Raum zwischen ihr und dem eben beschriebenen Dreieck ist offenbar der Insel homolog... » (p. 613).

(25) Avant EBERSTALLER, GULDBERG avait, dans la même revue (cf. littérature, n° 20) constaté aussi l'existence de la scissure centrale. EBERSTALLER, dans un deuxième article (littérature, n° 22), reconnaît la priorité de GULDBERG en ce point, mais ajoute (p. 382) que la même constatation se trouve déjà dans un article de HEFFTLER, publié en 1873 en langue russe.

temporo-pariétal du lobule sous-sylvien des Mammifères et la circonvolution temporale transverse de Heschl (le pli de passage temporo-pariétal de Broca) de l'insula humaine, proposée par Broca, et la déclare inexacte (26), le *gyrus longus insulæ* étant d'après lui homologue à la circonvolution temporo-pariétale des Mammifères (27).

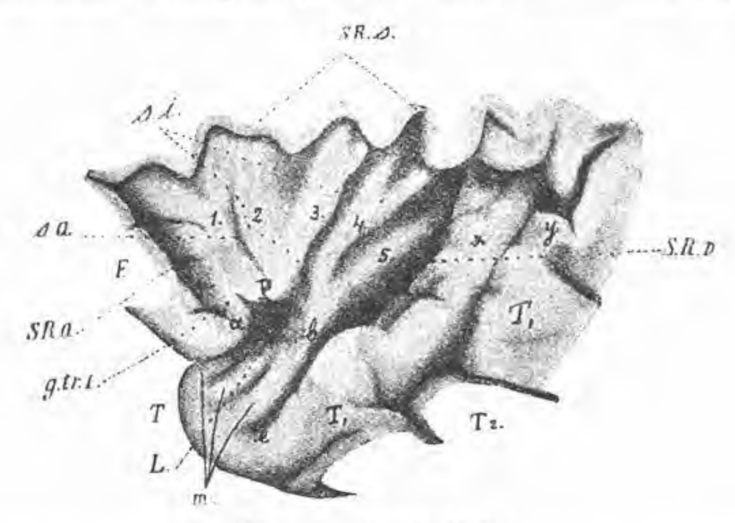


Fig. 7. — *Insula Reilii.*

Das *Operculum superius* ist abgetragen, das *Operculum inferius* nebst der Spitze des Schläfenlappens nach abwärtz gebogen, das *Operculum anterius* nach vorne geschlagen.

1. *Gyrus brevis anterior* s. *primus* ⎫ *Insula anterior*
2. *Gyrus brevis medius* s. *secundus* ⎬
3. *Gyrus brevis tertius* s. *posterior* ⎭
4. *Gyrus longus insulæ* ⎫ *Insula posterior.*
5. *Gyrus posterior secundus* ⎭

S. R. *a*, *Sulcus Reilii anterior*, vordere ⎫
S. R. *s*, *Sulcus Reilii superior*, obere ⎬ Inselrinne
S. R. *p*, *Sulcus Reilii posterior*, hintere ⎭
L, *Limen insulæ*, Inselschwelle.
P, Inselpol.
F, *Pars orbitalis* der unteren Stirnwindung.
T, Temporalpol.
T_1, erste oder obere Temporalwindung.
T_2, zweite oder mittlere Temporalwindung.
x, y, obere quere Schläfenwindungen.
s. i., *Sulcus insulæ*, Hauptfurche der Insel, trennt die vodere Insel von der hinteren.
s. a. Sulcus anterior, vordere Inselfurche.
g. tr. i. Gyrus transversus insulæ, quere Inselwindung, geht bei.
a, in das Ende der unteren Frontalwindung über.
b, Uebergangsstelle der hinteren Insel auf die Oberseite des Temporallappens.
c, Ende der hinteren Inselrinne.
m. Wülstchen auf der Oberseite der Spitze des Temporallappens.
C'est la figure 1 extraite de l'article d'Eberstaller dans *Anatomische Anzeiger*, 1887, p. 745 (Cf. littérature, n° 21).

(26) Au commencement de cette discussion, Ebertsaller insiste sur l'importance que possèdent, à son avis, les idées de Broca sur l'insula des Mammifères : « Was nun die *morphologische Stellung* der Insel anbetrifft, so bliebe mir nach den ausgezeichneten Darlegungen Broca's über Werth und Form der Insel in der Säugetierreihe und über ihre Beziehung zum Riechlappen wohl kaum mehr etwas zu sagen übrig, wenn nicht bei Broca und bei denen, die ihm folgten, wie ich glaube, hinsichtlich der Primaten und des Menschen ein Irrthum unterlaufen wäre, dessen Richtigstellung ich im folgenden versuchen werde » (*loc. cit.*, p. 746).

(27) Le résumé de son étude, donné par Eberstaller à la fin de celle-ci, contient aussi ce point :

« Eine kurze Rekapitulation ergiebt :

» 1. Die Insel ist nicht so einfach gebaut, wie sie gewöhnlich dargestellt wird, sondern zerfällt in eine Insula anterior und Insu'a posterior.

» 2. Die Trennung wird durch eine konstante Furche bewirkt.

» 3. Die Bezeichnung Gyri breves passt nur für die Windungen der vorderen Insel, welche zum Inselpole konvergieren ; die hintere Insel wird besser als *Gyrus longus insulæ* bezeichnet

4. SIR WILLIAM TURNER

Dans son étude *Report on the Seals*, publiée en 1818 (littérature, n° 23), l'anatomiste anglais TURNER a fait la découverte d'un fait important et en a tiré une conséquence importante.

Le fait constaté pour la première fois par lui était l'existence d'une circonvolution arquée entière (*gyrus arcuatus primus*) abaissée dans la profondeur de la scissure sylvienne chez l'Ours polaire (28) (*Ursus maritimus*). Et la conséquence tirée, c'est l'homologie de l'insula des Primates et de l'Homme avec la première circonvolution arquée des Carnivores (29) ; mais cette homologie n'a été considérée par TURNER que comme une hypothèse (30).

5. THEODOR ZIEHEN

Dans l'histoire des homologies de l'insula des Mammifères, ZIEHEN est connu non seulement par ses travaux sur le cerveau des Cétacés et des Pinipèdes (31) (Cf. littérature, n° 27), mais aussi et surtout par sa critique des idées nouvelles de TURNER.

Dans son article publié en 1890, dans *Anatomischer Anzeiger* (littérature, n° 26), ZIEHEN avait essayé de réfuter l'affirmation de TURNER, selon laquelle une entière circonvolution arquée se trouve abaissée dans la profondeur de la fosse sylvienne chez l'*Ursus*

« 4. Die Basis der vorderen Insel entspricht in ihrer ganzen Ausdehung dem Frontallappen, jene der hinteren hingegen der hinteren Centralwindung.

« 5. Die queren Windungen auf der der Sylvischen Spalte zugekehrten Oberseite des Schläfenlappens der höberen Primaten und des Menschen sind nicht gleichwerthig der temporo-parietalen Uebergangswindung der anderen gyrencephalen Säuger, sondern der *Gyrus longus insulæ* nimmt diese Stellung ein. »

(28) Dans son *Report on the Seals*, TURNER donne une description détaillée de sa découverte : "The Polar bear had three distinct convolutions above the Sylvian fissure. It seemed at first as if they represented the Sylvian, suprasylvian and marginal convolution... On opening up the Sylvian fissure I found to my surprise that a definite arched convolution was completely concealed within it. It was separated from the convolution which bounded the Sylvian fissure by a deep fissure which was also concealed. Its anterior limb, not quite so bulky as the posterior, was continued into the supraorbital area immediately external to the rhinal fissure, and to the outer root of the olfactory peduncle. Its posterior limb reached the postrhinal fissure and the lobus hippocampi. I could not but think that we had here, more completely than either in the Walrus or Seals, a sinking into the Sylvian fissure of the convolution which ought to have bounded it, so that both the Sylvian convolution properly so called, and the suprasylvian fissure were concealed within it. If this be a proper explanation of the arrangement, then the three convolutions on the cranial aspect would be sagittal, medio-lateral and suprasylvian ; whilst the two complete curved fissures between these would be the mediolateral and lateral..." (p. 117-118, ou p. 559 dans l'article du *Journal of Anatomy*, cité littérature, n° 24, qui constitue la deuxième partie du *Report*). (Cf. fig. 18 de HOLL, dans notre texte, TURNER n'ayant donné aucune figure du cerveau d'*Ursus maritimus* dans son *Report*.)

(29) Dans l'article cité littérature n° 24 TURNER s'exprime sur cette homologie de la manière suivante : "In the description of the brain both of the Walrus and the Seals I have indicated that the Island of Reil may find its representative in these animals in the anterior limb of the Sylvian convolution, which is more or less concealed within the fissure of Sylvius, and in the brain of the Polar bear I have shown that an entire arched convolution is concealed within that fissure. If I am right in this indication, then I believe that the Island of Reil, which in the brain of the Apes and still more in that of Man is entirely concealed within the Sylvian fissure, is either the homologue of the Sylvian convolution of the carnivorous brain, or that the Sylvian convolution in the Carnivora represents both that convolution and a rudimentary insula" (*loc. cit.*, p. 566-567).

(30) En effet, à la fin de l'article cité littérature, n° 24, TURNER dit à cet égard : "The general results arrived at in this comparison of the brains of these Mammals are to some extent to be regarded as tentative and provisional..." (p. 579).

En connexité avec cette dernière phrase, il est bien curieux de constater que TURNER, dans l'article cité littérature, n° 25, et paru deux ans seulement après son *Report*, donne une figure du cerveau d'*Ursus maritimus* (fig. 19, p. 128) qui se trouve en contradiction formelle avec le texte cité par nous dans la note 28 (cette contradiction a été relevée déjà par ZIEHEN dans son article cité littérature, n° 26, p. 696) et qu'il passe complètement sous silence (p. 127-128) son immortelle découverte.

(31) Dans ces travaux, ZIEHEN avait constaté l'abaissement de la partie antérieure de la première circonvolution arquée dans la profondeur de la fosse sylvienne chez certains Pinnipèdes, faits constatés auparavant aussi par TURNER.

maritimus. D'après lui, la scissure ectosylvienne se serait complètement effacée chez les Ursidés, et la scissure constatée par TURNER dans la profondeur de la fosse sylvienne ne serait autre chose que la *fissura circularis externa* de l'insula triangulaire du Chien (32), tandis qu'il déclare la scissure verticale à l'intérieur de la fosse sylvienne être homologue à la scissure centrale de l'insula de l'Homme (33) (Cf. fig. 8).

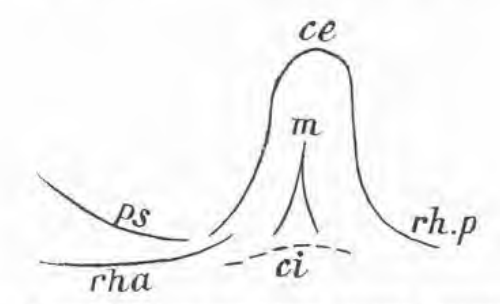


Fig. 8. — *L'insula d'*URSUS maritimus *d'après l'interprétation de* ZIEHEN.

ce, Fiss. cirdularis externa; ci, Fiss. circularis interna; rha, Fiss. rhinalis anterior; rh. p, Fiss. rhinalis posterior; ps, Fissura præsyhia (*m*, Furche homolog der Centralfurche der menschlichen Insel).

C'est la figure 4 extraite de l'article de ZIEHEN dans *Anatomischer Anzeiger*, 1890, p. 698, avec son explication originale abrégée.

Par cet article, ZIEHEN avait retardé l'acceptation des nouvelles idées de TURNER au moins pour une dizaine d'années.

6. W. WALDEYER

La première victime de l'article de ZIEHEN fut WALDEYER. Tandis que, dans un article publié en 1891 (littérature, n° 28), WALDEYER était disposé à accepter les idées de TURNER (34), dans un autre article publié la même année (littérature, n° 29), il s'en détache sous l'influence de ZIEHEN (35).

(32) ZIEHEN dit (*loc cit*, p. 698) : « Schematisch ist die Lage der hier in Betracht kommenden Fissuren in fig. 4 dargestellt (fig. 8 dans notre texte).

» TURNER scheint nun die mit ce bezeichnete Furche als eine versenkte erste Furche angesehen zu haben. Mit dieser Auffassung können wir uns nicht einverstanden erklären. Die Lagebeziehungen zum Linsenkern, zur Fiss. præsylvia, *rrhinalis anterior* und *posterior* sind so charakteristisch, dass die Furche ce jedenfalls als *Fissura circularis externa* zu bezeichnen ist. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass... in der Reihe der Ursiden wohl eine Tendenz zum Verschwinden der F. ectosylvia zu bemerken ist, nicht aber zu einer einfachen Versenkung in der Fossa Sylvii. »

Le terme *fissura circularis externa* a été créé par ZIEHEN lui-même (dans le travail cité, littérature n° 27) pour désigner l'ensemble du processus *anterior* et *posterior* de KRUEG.

(33) « Der einzige wesentliche Unterschied zwischen der Insel des Hunde- und Bärengehirns besteht daher in dem Auftreten der Furche *m* bei letzterem. Ich möchte vermuthen, dass diese Furche *m* zu der neuerdings von GULDBERG und EBERSTALLER beschriebenen Centralfurche der Insel homolog anzusetzen ist » (*loc. cit.*, p. 698-699).

(34) Cela ressort de la fin de son article (p. 276) : « Vorhin wurde des Interesses gedacht, den es habe auch am Menschen Verhältnisse an der Insel wiederzufinden, die sie im Grundplane wie bei *Hylobates*, d. h. als einen einfachen Windungszug um eine mit der Fossa Sylvii zusammenhängende Furche (Sulc. centr. I.) erscheinen lasse. Ich finde dieses Interesse in der Auffassung, welche neuerdings TURNER von der morphologischen Bedeutung der Insel geäussert hat. Indem er eine Vergleichung zwischen den Windungen der Carnivoren und der Primaten anstellt, spricht er die Ansicht aus, als sei die Insel der letzteren die in die Tiefe versenkte Sylvische Windung des Fleischfresser-Hirns, oder aber, man müsse annehmen, dass die sogenannte Sylvische Windung des letzteren beides repräsentiere, diese Windung selbst und das Rudiment einer Insel der Primaten... Das Verhalten der Gibboninsel, welche wie eine einfache Windung um die Tiefe der Sylvischen Furche herumgelegt erscheint, spricht für diese Deutung, und zwar in der ersten Alternative. »

(35) Dans ce dernier article, après avoir mentionné son opinion antérieure, WALDEYER dit : « ZIEHEN hat neuerdings der TURNER'schen Ansicht mit guten Gründen widersprochen. » Quoiqu'il ajoute : « Vor der Hand kann ich zur Sache keine für mich

Pourtant il ne faut pas passer sous silence que WALDEYER, dans le premier de ces deux articles, a relevé l'importance du sillon fronto-orbitaire des Singes anthropoïdes (36), quoiqu'il considère leur insula pour complètement cachée (37).

7. FELIX MARCHAND

Dans son étude publiée en 1893 (littérature, n° 30), MARCHAND est arrivé à la conclusion importante qu'une partie de l'insula est découverte chez les Singes anthropoïdes, tandis que la partie correspondante de l'insula de l'Homme reste cachée (38).

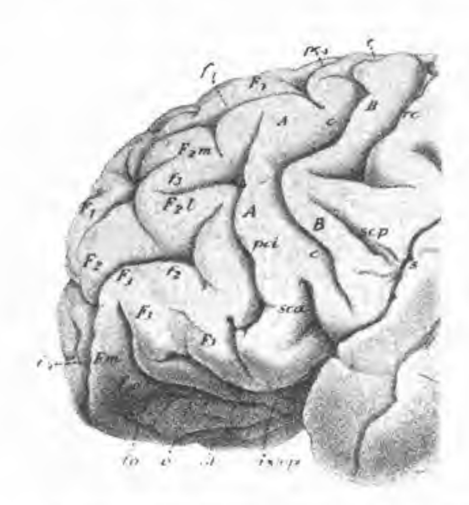


Fig. 9. — *Linker Stirnlappen des weiblichen Chimpanse N. II. (Freiburg) von der Seite.*

fo, Sulcus fronto-orbitalis; is (op) Sulcus opercularis, vorderes Ende der oberen Grenzfurche.

C'est la figure 6 (Tafel I) extraite de l'ouvrage de MARCHAND (Cf. littérature, n° 30), avec son explication originale abrégée.



Fig. 10. — *Rechter Stirnlappen des Chimpanse N. IV (Breslau).*

fo, Sulcus fronto-orbitalis; is, obere Rand- oder Grenzfurche der Insel.

C'est la figure 15 (Tafel II) extraite de l'ouvrage de MARCHAND (Cf. littérature, n° 30), avec son explication originale abrégée.

Cette conclusion se fonde chez MARCHAND sur les quatre faits suivants :

1. A la surface du cerveau des Singes anthropoïdes, il existe deux sillons que l'on ne trouve pas sous la même forme à la surface du cerveau de l'Homme, le sillon fronto-orbitaire et le sillon operculaire (39) (Cf. fig. 9 et fig. 10) ;

entscheidende Stellung einnehmen, da ich bezüglich der Carnivorengehirne nicht über eingehendere eigne Untersuchungen verfüge. » WALDEYER n'y revient plus.

(36) « Bei allen drei Gibbon-Gehirnen ist dieser Sulcus (sc., *sulcus fronto-orbitalis*) ohne jeden Zusammenhang mit anderen Furchen und finde ich, dass derselbe in seiner scharfen Ausprägung und in der Art, wie er sich von der Orbitalfläche hoch an der Seitenfläche des Frontallappens hinauf erstreckt, etwas ungemein charakterisches für das Anthropoidengehirn hat » (*loc. cit.* p. 271).

(37) « In der Tiefe der Sylvischen Furche erscheint die bei allen drei *Hylobates*-Gehirnen völlig bedeckte Insel » (*loc. cit.* p. 272).

(38) Dans cette conclusion, MARCHAND avait été devancé, dans une certaine mesure, par A. PANSCH, dans un article publié par celui-ci en 1876.

(39) Après avoir parlé de la fosse sylvienne chez les Singes anthropoïdes, MARCHAND continue (p. 41) : « ... dagegen handelt es sich hier vor Allem um die Deutung der beiden Furchen, welche in dem Gebiet der *Fossa Sylvii* am Gehirn der Anthropoiden vorkommen, während sie an der Oberfläche des menschlichen Gehirns, in derselben Form wenigstens, sich nicht finden : 1 des sog. *Sulcus opercularis* und 2 des *Sulcus fronto-orbitalis*... »

2. Le sillon fronto-orbitaire est un sillon qui, chez les Singes anthropoïdes, apparaît latéralement à la surface du cerveau (40) ;

3. Le sillon fronto-orbitaire représente la limite entre la surface orbitaire et la région située en arrière et latéralement à cette surface (41) ;

4. Les sillons fronto-orbitaire et operculaire sont séparés l'un de l'autre, mais ils se réunissent aussi quelquefois (42) (Cf. fig. 9 et 10).

Par rapport aux homologies, MARCHAND arrive, au cours de son travail, aux résultats suivants :

1. Le sillon fronto-orbitaire des Singes anthropoïdes correspond au circulaire antérieur



Fig. 11. — *Linke Insel eines menschlichen Fœtus von 7 Monaten, durch Abtragung des Operculum superior und posterior freigelegt.* Die Längsfurche der Insel ist bereitz deutlich. Schwache Andeutung der Centralfurche und der Præcentralfurche...

ipc, Præcentralfurche der Insel ; *ic*, Centralfurche der Insel ; *il*, *Sulcus longitudinalis insulæ*, Insel-Längsfurche.

C'est la figure 25 (Tafel. III), extraite de l'ouvrage de MARCHAND, avec son explication originale abrégée.

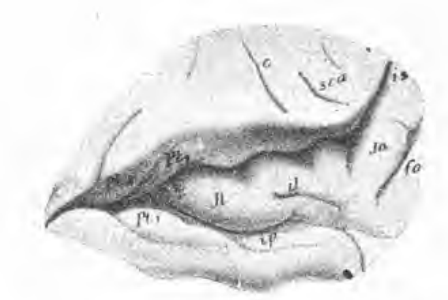


Fig. 12. — *Rechte Insel des weiblichen Chimpanse II (Freiburg).*

fo, *Sulcus fronto-orbitalis* ; *is*, obere Rand-oder Grenzfurche der Insel ; *Ja*, vordertse Inselwindung ; *Jl*, hintere Inselbogenwindung ; *il*, *Sulcus longitudinalis insulæ* (Insel-Längsfurche) ; *ip*, hintere Rand- oder Grenzfurche der Insel.

C'est la figure 36 (Tafel III), extraite de l'ouvrage de MARCHAND, avec son explication originale abrégée.

de REIL de l'Homme (43), et leur sillon operculaire représente la partie antérieure du circulaire supérieur de REIL de l'Homme (44) ;

2. La scissure limitant en arrière la circonvolution antérieure exposée des Singes anthro-

(40) « Zunächst ist es erforderlich, die *zweite* für das Gehirn der Anthropoiden so charakteristiche Furche, den *Sulcus fronto-orbitalis*, einer genaueren Betrachtung zu unterziehen. Wie bereits oben erwähnt, lässt sich die Furche in ihren ersten Anfängen bei den meisten niederen Affen an der unteren Fläche des Stirnlappens nachweisen. Bei den Anthropoiden wendet sich die Furche, welche hier eine sehr viel stärkere Ausbildung erlangt hat, mit ihrem ursprünglich vorderem Ende mehr oder weniger lateralwärtz, so dass sie zum grossen Theil auf die convexe Fläche übergeht » (*loc. cit.*, p. 46).

(41) « Dies im Ganzen sehr übereinstimmende Verhalten der Fronto-orbitalfurche lässt erkennen, dass dieselbe die *Grenze zwischen der eigentlichen Orbitalfläche und dem dahinter und lateral gelegenen Gebiet darstellt*, und *nicht* der Orbitalftäche selbst angehört (*loc. cit.*, p. 51).

(42) « Von besonderem Interesse ist es nun, die Beziehungen der *Fronto-orbitalfurche* zu dem *Sulcus opercularis*..., festzustellen. Während im Allgemeinen beide Furchen durch einen Zwischenraum... getrennt bleiben, kommt nicht ganz selten eine Verbindung beider Furchen zu Stande » (*loc. cit.*, p. 54).

La figure 9 représente un cerveau de Chimpanzé où les deux sillons en question sont séparés l'un de l'autre, et la figure 10 le cerveau d'un autre Chimpanzé où ils se trouvent réunis.

(43) « Diejenige Furche, welche beim menschlichen Gehirn die Grenze zwischen der Orbitalfläche und dem dahinter und lateral gelegenen Gebiete bildet, ist aber nichts Anderes als die *vordere Grenzfurche der Insel* ; der *Sulcus fronto-orbitalis* der Anthropomorphen kann demnach ebenialls nur dieselbe morphologische Bedeutung besitzen wie diese » (*loc. cit.*, p. 52).

(44) « Eine zweite wichtige Eigenthümlichkeit... besteht darin, dass die Fossa Sylvii der Anthropoiden *nicht, wie die des Menschdn, allseitig abgegrenzt wird*, sondern dass in der Gegend des vorderen oberen Winkels die Verbindung der *oberen Grenzfurche* und der *vorderen* auszubleihen pflegt. Das freie vordere Ende der ersteren ist nichts anderes als unser *S. opercularis...* » (*loc. cit.*, p. 53).

poïdes, située entre le fronto-orbitaire et leur insula cachée, correspond à la première scissure radiaire de l'insula de l'Homme (45) ;

3. Cette scissure divise l'insula en insula antérieure (exposée chez les Anthropoïdes) et insula postérieure (46) ;

4. La scissure post-centrale (à laquelle MARCHAND donne le nom de *sulcus longitudinalis insulæ*) représente le sillon principal de l'insula, et l'insula postérieure est divisée en deux parties par ce sillon (47) (Cf. fig. 11 et 12).

Quant à l'homologie de l'insula des Primates à celle des non-Primates, MARCHAND n'est pas disposé à accepter la manière de voir de TURNER, quoiqu'il reconnaisse la similitude frappante de l'insula des Singes anthropoïdes avec la première circonvolution arquée des Carnivores (48).

Encore moins est-il disposé à accepter l'interprétation du cerveau des Ursidés donnée par TURNER, et ici l'influence de ZIEHEN devient décisive (49) (Cf. fig. 13 et 14).

(45) "Das ganze Verhalten der kurzen pfeilerartig emporstrebenden Windung lässt deutlich genug erkennen, dass dieselbe *nichts Anderes als die vorderste Inselwindung* sein kann, welche beim Menschen in den absteigenden Schenkel der dritten Stirnwindung... übergeht. Ich werde die Windung daher von nun an als *erste* oder *oberflächliche Inselwindung* (*Ja*) bezeichnen. Die kurze vertikale Furche, welche die Windung in der Tiefe nach hinten abgrenzt, ist somit die *erste Radiärfurche der Insel* » (*loc. cit.*, p. 69).

(46) En connexité avec le passage cité dans la note précédente, MARCHAND définit les deux parties de l'insula de la manière suivante : « Aus dem beschriebenen Verhalten der Insel der Anthropomorphen geht hervor, dass derjenige Theil derselben, welcher am stärksten ausgebildet und *morphologisch der wichtigste* ist, die sogenannte *hintere, aus zwei Längswindungen bestehende Insel* ist... Dazu kommt als *zweiter* im Niveau der Orbitalfläche liegender Hauptheil die von der Ursprungsgegend der oberen Längswindung ausgehende *vordere Inselwindung*, welche nach auswärtz zur Wurzel der dritten Stirnwindung tritt» (*loc. cit.*, p. 78).

(47) « *Die Hauptsache ist aber, dass ich die zuerst beim Fœtus auftretende bleibende Furche nicht für die spätere Centralfurche, sondern für diejenige Furche halte, welche die hintere* (untere) *Abtheilung der Insel in zwei Hälften theilt. Diese Furche* finde ich beim 7-monatigem Fœtus deutlich ausgeprägt, während der übrige Theil der Insel noch fast glatt... ist » (*loc. cit.*, p. 58). (Cf. fig. 11 dans notre texte.)

En dehors de son apparition embryologique précoce, le longitudinal doit être considéré scissure principale de l'insula, d'après MARCHAND, encore à cause de sa direction et de sa position : « Für die Auffassung jener Furche in dem angegebenen Sinne spricht erstens ihre Richtung, fast parallel der hinteren Grenzfurche, so dass ihr oberes (unteres) Ende... keine Beziehung zur Centralfurche der Hemisphäre hat. Ferner ist charakteristich, dass die Furche die Grenzfurche nicht erreicht, sondern durch einen gewissen Abstand von ihr getrennt bleibt » (*loc. cit.*, p. 58-59).

(48) Après avoir exposé la manière de voir de TURNER, MARCHAND dit (p. 85) : « Die Insel der Anthropoiden scheint in vieler Beziehung geeignet, diese Auffassung zu bestätigen...

» Bei Betrachtung der Insel des Chimpanse N. II, des Gorilla und anderer erscheint mit frappanter Deutlichkeit die langgestreckte Bogenwindung, welche vom Hinterende des Stirnlappens auf den Schläfenlappen übergeht. »

Et l'insula de Chimpanzé, nº 2 (Cf. fig. 12 dans notre texte) lui paraît être encore plus convaincante à cet égard : « Die Insel des Chimpanse stellt sich in diesem Fall sehr deutlich als eine Bogenwindung dar, welche in Gestalt einer langgestreckten Schlinge um die Längsfurche — die eigentliche Bodenfurche der *Fossa Sylvii* herumgelegt ist. »

Néanmoins, il conclut : « So augenfällig nun auch die Uebereinstimmung der Bogenwindung der Insel der Anthropoiden mit der Sylvischen Windung der Carnivoren ist, so ist doch von dem Gehirn der letzteren, besonders des Hundes und der Katze, zu dem der ersteren ein weiter Weg und es lässt sich nicht so unmittelbar aus der Aehnlichkeit der Form eine Homologie ableiten. Gerade bei den niederen Primaten ist eine Bogenwindung in der Insel nicht deutlich (*loc. cit.*, p. 86).

(49) Après avoir comparé l'insula du Lemur avec celle du Chat et du Chien (p. 86-87), MARCHAND continue : « Sehr viel günstiger für den Vergleich mit dem Primatengehirn liegen die Verhältnisse am Gehirn der höchststehenden Carnivoren, besonders des Bären, bei welchen nach dem übereinstimmenden Urtheile der meisten Autoren die untere, die Fissura Sylvii umgebende oberflächliche Bogenfurche der zweiten Bogenfurche der übrigen Carnivoren, also der Fissura suprasylvia entspricht....

» Die Meinungen der Autoren gehen einigermaassen darüber auseinander, was aus der unteren Bogenfurche beim Bären geworden ist ; bezüglich dieser Frage kann ich auf die Auseinandersetzung von ZIEHEN hinweisen...

» Auf Grund der Untersuchung eines gut erhaltenen Gehirns von *Ursus arctos*... kann ich mich der Ansicht ZIEHENS ganz anschliessen » (*loc. cit.*, p. 87-88).

MARCHAND considère, comme ZIEHEN, que la scissure ectosylvienne a disparu du cerveau des Ursidés en affirmant : « dass die untere Bogenwindung des Bärengehirns aus einer Verschmelzung der beiden unteren Bogenwindungen hervorgegangen ist » (p. 89). En effet, dans les figures 13 et 14 de MARCHAND, *S. opercularis* (*op*) correspond à la branche antérieure de *fissura circularis externa* dans la figure 8 de ZIEHEN ; *ip*, à la branche postérieure de cette scissure ; tandis que la scissure *il*, dans les figures de MARCHAND (qui correspond à la scissure *m* de ZIEHEN), est considérée par lui comme homologue au longitudinal de l'insula des Primates.

Enfin, l'ouvrage de Marchand contient un certain nombre d'affirmations hypothétiques concernant le cerveau de l'Homme et des Singes, dont seulement les chercheurs ultérieurs ont pu établir l'exactitude (50).

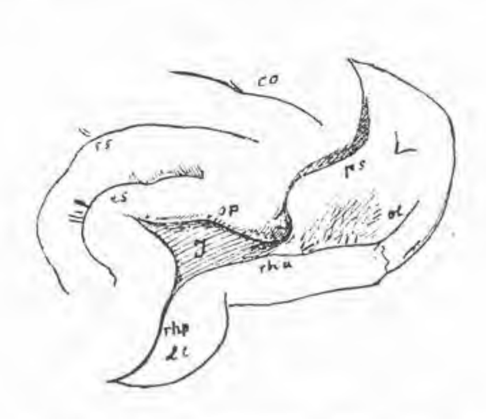


Fig. 13.— *Vorderer Theil der Grosshirnhemisphäre eines Hundes mit freigelegter Insel (durch Aufhebung der unteren Stirnwindung).*

I, Insel; *Li, Lobus limbicus ; rha, Fissura rhinalis anterior ; rhps, Fissura rhinalis posterior ; ol, Olfactorius*-Furche; *ps, Fissura præsylvia ; es, Fissura ectosylvia ; ss, Fissura suprasylvia ; co, Fissura coronalis ; op, Operculum.*

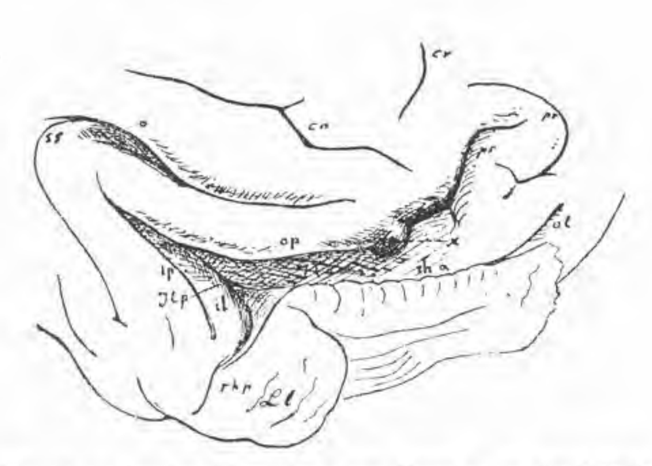


Fig. 14. — *Insel und Umgebung von Ursus arctos durch Eröffnung der* Fissura Sylvii *und Aufhebung des Operculum freigelegt.*

il, Insel-Längsfurche ; *ip,* Hintere Randfurche ; *Ila,* Vordere ; *Ilp,* Hintere Längswindung der Insel ; Li, *Lobus limbicus ; rha, Fissura rhinalis anterior ; rhp, F. rhinalis posterior ; ol, Olfactorius*-Furche ; *ps, Fissura præsylvia ; ss, Fissura suprasylvia ; cr, Fissura cruciata ; co, Fissura coronalis ; op, Operculum ; x,* Uebergangswindung am vorderen Ende desselben (*pr, F. prorea*).

Les figures 13 et 14 correspondent aux figures 7 et 8 dans le texte de l'ouvrage de Marchand, p. 86 et p. 89, avec leur explicaton originale.

8. D. J. CUNNINGHAM

Dans sa vaste étude publiée l'année 1892 (littérature, n° 31), Cunningham est arrivé aux résultats suivants, identiques à ceux de Marchand et indépendamment de celui-ci (51) :

1. Les opercules frontal et orbitaire n'existent pas chez les Singes anthropoïdes (Cf. fig. 15) ;

2. Une partie de l'insula reste superficielle chez ceux-ci ;

3. Le fronto-orbitaire des Singes est homologue au circulaire antérieur de Reil de l'Homme (52).

(50) Parmi ces affirmations, les trois suivantes nous semblent être les plus importantes :

1. Il existe un processus progressif d'operculisation de l'insula de *Chiromys* à l'Homme (*loc. cit.*, p. 85) ;

2. La *fissura postylvia* du cerveau de non-Primates est homologue à la scissure parallèle du cerveau des Primates (p. 89) ;

3. La *fissura præsylvia* du cerveau des Carnivores est homologue au fronto-orbitaire des Singes (p. 89-90).

(51) Cette indépendance a été affirmée directement par Cunningham dans un article publié l'année 1897 (littérature, n° 32) : "... It may be well to mention that Marchand is a firm beliver in the view that the fronto-orbital sulcus in the anthropoids corresponds with the anterior limiting sulcus of Reil in man. Indeed, he and I arrived at this conclusion quite independently of each other, and almost at the same time" (*loc. cit.*, p. 22).

(52) Dans le *Summary*, à la fin de son étude (p. 302-305), on trouve aussi ces trois points :

"24. The frontal and orbital Sylvian opercula are completely absent in the apes ;

"25. Consequently, as Pansch and Kolhbrügge have maintained, a portion of the island of Reil is uncovered and exposed on the surface of the cerebrum ;

"26. The *sulcus fronto-orbitalis* of the apes corresponds to the *anterior limiting sulcus* of the island of Reil in man" (*loc. cit.*, p. 305).

Mais les raisons avancées par CUNNINGHAM à l'appui de ces thèses sont moins nombreuses et moins bonnes que celles de MARCHAND (53).

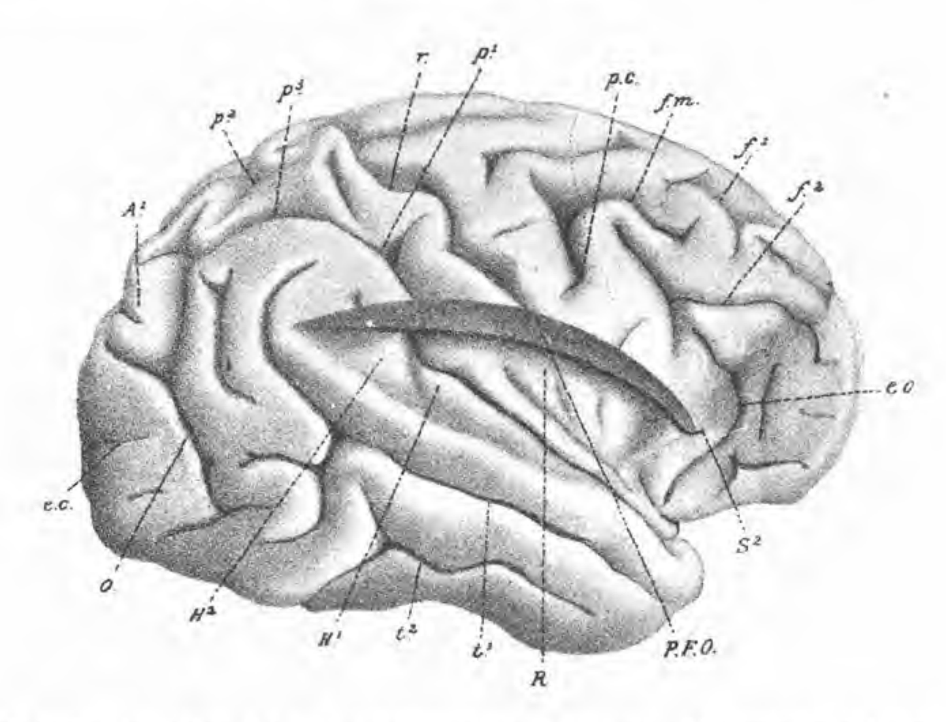


Fig. 15. — *The right cerebral hemisphere of a male orangutan about six years old. The fronto-parietal operculum (P. F. O.) has been removed so as to expose the insula.*

S¹, anterior free border of the fronto-parietal operculum (the so-called anterior limb of the fissure of Sylvius) ; R, Insula H¹, H², Transverse temporal gyri of Heschl ; *e. o.*, *Sulcus fronto-orbitalis.*

C'est la figure 11, planche IV, extraite du mémoire de CUNNINGHAM, avec son explication originale abrégée.

9. TRACE EARL CLARK

Dans son article publié l'année 1896 (littérature, nº 33), l'anatomiste américain CLARK, en exposant l'anatomie comparée de l'insula des Primates et des non-Primates, accepte la conception insulaire BROCA-KRUEG-ZIEHEN : pour lui, l'insula comprend la région située au fond de la fosse sylvienne, entourée d'une scissure environnante (54).

Les résultats principaux de CLARK sont les suivants :

1. L'insula et le claustrum ne sont pas inséparables :
2. L'insula existe chez certains ordres de Mammifères, elle manque à d'autres ;

(53) Ces preuves se trouvent dans la section « XI. Exposed part of the Insula and the *sulcus fronto-orbitalis* in the Apes » (p. 296-300), en connexité avec la section "VII. The Sylvian Region of the Apes" (p. 110-117). Les stades embryologiques de l'insula humaine (p. 297-298), la transition graduelle de l'insula cachée des Singes en zone libre se trouvant derrière le sillon fronto-orbitaire (p. 298 et fig. 15 dans notre texte) et les dimensions respectives de l'insula de l'Homme et des Singes (p. 298-299) représentent les preuves principales de CUNNINGHAM.

(54) Cette définition se trouve chez CLARK, exprimée aussi bien indirectement que directement. Indirectement dans le passage suivant concernant l'insula du Chat (*loc. cit.*, p. 81) : "The study of many transections of the Sylvian region confirms the statement that there is no marked widening of the Sylvian fissure at any point ; there is absolutely no sign of a circuminsular fissure and consequently no evidence of an ectal area homologous with the insula".

Et directement à la fin de l'article, dans le *Summary*, nº 23 (Cf. la note suivante).

3. L'insula est ou superficielle ou cachée (55) ;

4. La scissure transinsulaire est un caractère plus ou moins constant de l'insula (Cf. fig. 16) (56).

MARCHAND n'est cité qu'une seule fois par CLARK (p. 76), sans aucune discussion de ses thèses. TURNER est cité plusieurs fois; CLARK veut même le corriger dans un point spécial (57), mais ses vues ne sont pas discutées non plus. Évidemment, CLARK était incapable d'entrevoir l'importance de leurs nouvelles idées.

L'article de CLARK possède une valeur historique incontestable en tant qu'il nous

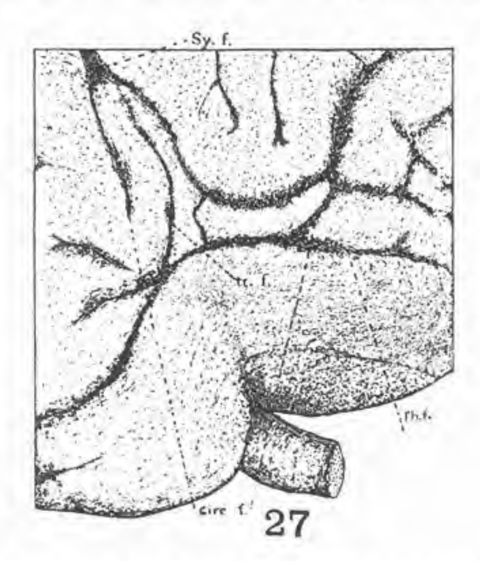


Fig. 16. — *Lateral aspect of the right insular region of a cow (Bos taurus)*... Schows exposure of insula before dissection. *circ. f.*, circuminsular fissure ; *tr. f.*, transinsular fissure.
C'est la figure 27, planche XII, extraite de l'article de CLARK, avec son explication originale abrégée.

expose l'ancienne conception de l'insula sous une forme plus ou moins systématique, et qu'on y trouve ramassé un matériel historique assez considérable concernant l'insula. Mais il nous montre, en même temps, combien un esprit médiocre est peu capable de nous présenter l'état de la science de son temps dans une question controversée et difficile.

(55) Dans le *Summary* (p. 91-92), on trouve entre autres les résultats suivants :
"2. The insula is present in the *Primates, Carnivora, Proboscidia, Ungulata* and *Cetacea*. It is apparently absent in the *Cheiroptera, Insectivora, Rodentia, Sirenia, Marsupialia* and *Monotremata* ;
"3. The claustrum may include parts of areas other than the insula ;
"4. ... the claustrum may be present without the insula ;
"7. The insula is sometimes a *subarea*, but quite often it is exposed upon the lateral surface of the cerebrum;
"8. The exposure of the insula may indicate either its own excess or the deficiency of the ovarlapping adjacent parts.
"11. The insula in the *Primates*, the *Carnivora*, some of the *Ungulata* and *Cetacea* and perhaps others is a suberea or subgyres at the bottom of the Sylvian fissure.
"20. It is noteworthy that the cat (*F. domestica*) and ocelot (*F. pardalis*) and the lynx have no insula, while the panther (*F. concolar*) and the lion (*F. leo*) have a rudimentary one.
"23. The primitive insula, if such exists, is a somewhat elevated area of greater or less size surrounded by a circum-insular fissure and located in the Sylvian fossa or in the fissure if the fissure is continuous with the rhinal."

(56) La scissure centrale de l'insula de l'Homme est appelée par CLARK *transinsular fissure* (*loc. cit.*, p. 70-71), et il en trouve l'homologue chez d'autres Mammifères (p. 78, 79, 84-85, 86, etc.).

(57) En commentant une figure de TURNER (fig. 26, p. 133, dans l'article de celui-ci cité littérature, nº 25), dont il reproduit la moitié antérieure dans sa figure 30 (Pl. XIII), CLARK dit notamment : "In 1890, Turner... gave a wrong idea of the Sylvian fissure (See fig. 30) in the cow. He mistook the transinsular fissure for the Sylvian" (p. 88). Et il ajoute (p. 100) : "The Sylvian is directly dorsad".

10. EDW. FLATAU ET L. JACOBSOHN

Dans leur ouvrage volumineux (littérature, n° 34), qui, malgré toutes ses imperfections, reste un ouvrage de mérite, FLATAU et JACOBSON nous donnent la même définition de l'insula que CLARK (58), et ils arrivent presque aux mêmes résultats (59). D'après eux, par exemple, l'insula de Chimpanzé est complètement cachée (60) (Cf. fig. 17).

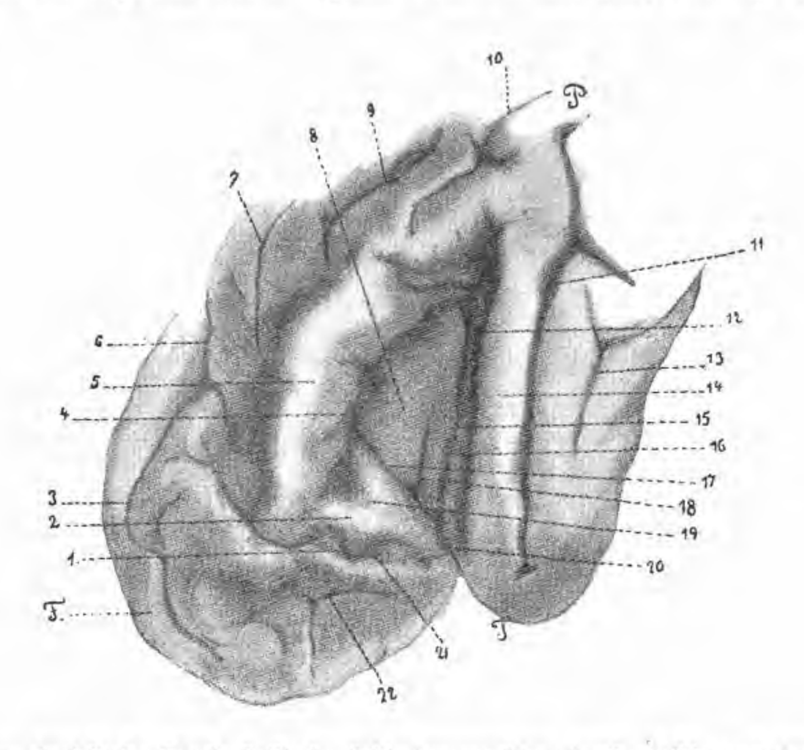


Fig. 17. — *Ansicht der Insula Reili des Schimpansengehirns* (nach Aufklappen des Operculum).

1, *Sulcus fronto-orbitalis*; 2, *Gyrus frontalis inferior* (orbitaler Theil des Operculum); 4, Tiefste Stelle der Sylvischen Furche, resp. parietaler Schenkel des *Sulcus circularis Reili*; 5, *Gyrus opercularis*; 8, *Insula Reili*; 11, *Sulcus temporalis superior*; 12, Längswindung an der oberen Fläche des Temporallappens; 14, *Gyrus temporalis superior*; 15, *Sulcus temporalis Reili* (temporaler Schenkel); 16, Längswindung an der oberen Fläche des Temporallappens; 17, *Sulcus circularis Reili* (frontaler Schenkel), 18, *Sulcus centralis* (*Insulæ*); 19, *Ramus ascendens Fissuræ Sylviæ*; 20, *Fissura Sylvii* (auf die Basis übergehend).

C'est la figure 6 dans le texte de l'ouvrage de FLATAU-JACOBSOHN, p. 33, avec son explication originale abrégée.

Les recherches de MARCHAND se trouvent exposées dans une remarque à la fin de l'ouvrage (61) (dans la section *Zusammenfassung*); la théorie de l'insula de TURNER n'est même

(58) En connexité avec la description de la scissure sylvienne, les auteurs disent : « Immer also findet bei allen Säugetieren auf der lateralen Fläche der Hemisphere an der Grenze zwischen Stirn- und Schläfenbezirk eine Einbuchtung der Oberfläche statt, die, von einer kurzen und flachen Rinne beginnend, sich allmählich zu einer langen und tiefen Einsenkung gestaltet, und dessen Boden teils ganz frei liegend, teils wenig, teils ganz versteckt, einen dem Linsenkern aussen anliegenden Rindenbezirkt umfasst, der, wenn er sich durch eine eigene Furche gut von der Umgebung abgrenzt, das Inselgebiet darstellt » (*loc. cit.*, p. 547).

(59) On trouve un résumé de ces résultats à la fin de l'ouvrage (p. 551-553), où les auteurs admettent l'existence d'une insula (en dehors de l'Homme et des Singes) chez les Carnivores, les Pinnipèdes, les Proboscidiens, les Ongulés et les Cétacés, tandis qu'elle ne peut pas être établie avec certitude chez d'autres Mammifères. Ici ils citent CLARK.

(60) « *Insula Reilii*... liegt in der Tiefe der *Fossa Sylvii*, unter dem Klappdeckel verborgen... » (p. 34; Cf. fig. 17 dans notre texte).

(61) Voir la remarque p. 551-552, qui commence ainsi : « Die Arbeit von MARCHAND... konnten wir leider erst jetzt bei Abschluss dieses Kapitels einsehen. Wir halten diese Arbeit für so beachtenswerth, das wir die Hauptergebnisse hier wiedergeben... »

pas mentionnée, quoique son travail respectif soit cité dans la *Litteratur* à la fin de l'ouvrage (62).

TROISIÈME PÉRIODE

L'étude de CLARK et l'ouvrage de FLATEAU-JACOBSON nous montrent la stagnation et la désorientation qui règnent vers la fin de la deuxième période. Pour terminer cet état stagnant, deux hommes de génie apparaissent presque simultanément : l'anatomiste allemand HOLL (1899) et l'anatomiste anglais ELLIOT SMITH (1902). Nous entrons ainsi dans la troisième période, qui n'est pas encore terminée.

1. MORITZ HOLL

Dans sa première étude *Ueber die Insel des Carnivorengehirns*, publiée l'année 1899 (littérature, n° 35), HOLL a déjà établi sa théorie de l'insula de non-Primates et posé les bases de sa théorie de l'insula de l'Homme et des Singes.

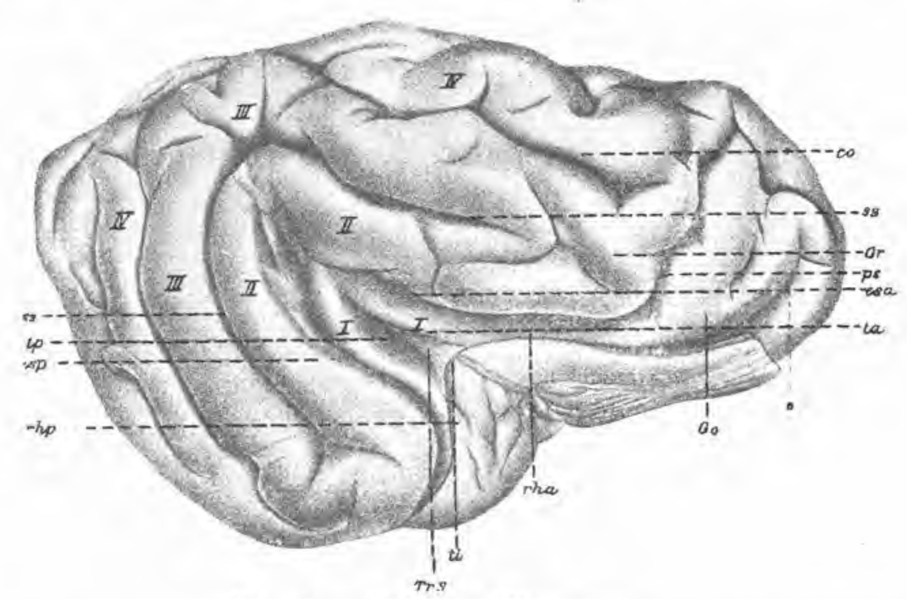


Fig. 18. — *(Gehirn von) Ursus arctos.*

rha, F. rhinalis anterior ; rhp, F. rhinalis posterior ; ta, Sulcus terminalis anterior (linearer Furchengrund der *Fissura Sylvii*) ; *ti, Sulcus terminalis inferior ; tp, Sulcus terminalis posterior ; esa, F. ectosylvia anterior ; esp., F. ectosylvia posterior ; ps, F. præsylvia ; ss, F. suprasylvia ; o, F. olfactoria ;* Go, *Gyrus orbitalis* (BROCA's Lobe frontal) ; Gr, *Gyrus reuniens I, II, III, IV,* (MEYNERT's Operculum) *Gyrus arcuatus I, II, III, IV* (LEURET) ; Trs, *Trigonum Sylvii.*

C'est la figure 13 (Tafel XII) extraite de l'étude de HOLL sur l'insula des Carnivores, avec son explication originale abrégée.

Sur la manière de voir de MARCHAND, les auteurs s'ex priment favorablement et ils regrettent de ne pouvoir pas l'examiner : « Was uns selbst betrifft, so müssen wir eingestehen, dass die Auffassung MARCHANDS sehr viel für sich hat, sind aber zur Zeit nicht mehr im Stande eine Nachprüfung anzustellen. »

(62) Quant à la théorie insulaire de TURNER, les auteurs la rejettent, comme il semble, indirectement en parlant de l'insula chez *Phoca* : « Dementsprechend fassen auch wir diesen scheinbaren Gabelungsast mit KÜKENTHAL und ZIEHEN als *Fissura ectosylvia anterior* auf, und daraus folgt, dass der in der *Fissura Sylvii* zum Teil verborgene Windungszug nicht etwa die Insel ist, wie man vielleicht annehmen könnte, sondern nur ein Theil der ersten Bogenwindung sein kann, die sich beim Seehunde zum nicht geringen Teil in die Sylvii' sche Furche hineigesenkt hat » (p. 310).

Dans cette étude, Holl arrive aux résultats suivants :

1. Il accepte et démontre l'interprétation de Turner d'après laquelle l'insula des Ursidés est homologue à la première circonvolution arquée des Canidés abaissée, partiellement ou totalement, dans la profondeur de la scissure sylvienne ;

2. Il établit pour la première fois la différence entre la scissure sylvienne secondaire (*Sylvia falsa*) et la scissure sylvienne primaire (*Sylvia vera*) ;

3. En appliquant le vieux critère du claustrum, il élargit considérablement la région insulaire des Carnivores.

La preuve du premier point consiste en ceci. Dans la profondeur de la scissure sylvienne des Ursidés (*Ursus arctos*, Cf. fig. 18), se trouve abaissée non seulement une circonvolution arquée entière délimitée par une scissure, mais on aperçoit aussi, au fond de cette circonvolution, la petite région triangulaire que les auteurs antérieurs avaient déclarée être l'insula chez les Canidés (63). Par conséquent, l'interprétation de Turner doit être exacte (64), et l'argumentation de Ziehen fausse (65).

Mais, si l'interprétation de Turner est exacte, alors la scissure correspondant à la scissure sylvienne des Canidés doit se trouver, elle aussi, dans la profondeur de la scissure sylvienne des Ursidés. Par conséquent, cette dernière ne peut pas être homologue à la première ; elle doit être déclarée « fausse scissure sylvienne » (*fissula Sylvii falsa*) par comparaison avec la première, qui représente évidemment la vraie scissure sylvienne (*fissura Sylvii vera*) (66).

(63) La petite région triangulaire des Canidés est décrite par Holl de la manière suivante : « Drängt man die Furchenwandungen der nach vorne einschneidenden *Fissura Sylvii* auseinander (Taf. XI, Fig. 7 u. 8) so gewahrt man an der hinteren Furchenwandung ein dreieckiges Feld, das *Trigonum Sylvii* (die Insel der Autoren). Dasselbe ist flach, oder leicht convex oder leicht gekielt. Durch den *Sulcus terminalis anterior* und *posterior* (*Fissura circularis externa* Ziehen) grenzt sich dasselbe gegen den *Gyrus arcuatus* I, und durch den *Sulcus terminalis inferior* (*Fissura circularis interna* Ziehen) gegen die schmale obere Wandung des Rhinencephalons ab ; fast immer gestaltet sich der *Sulcus terminalis inferior* als ein Uebergang der *Fissura rhinalis anterior* in die *Fissura rhinalis posterior* » (*loc. cit.*, p. 233). (Cf. aussi fig. 13 de Marchand dans notre texte.)

Et la région correspondante de l'Ours est décrite ainsi (Cf. fig. 18) : « Wenn man zunächst die Gehirne der Ursiden berücksichtigt, so findet man insbesondere an dem auf Taf. XII, fig. 13 abgebildeten Gehirne von *Ursus arctos* dass, wenn man die *Fissura Sylvii* (*falsa*) eröffnet, eine Bogenwindung und das *Trigonum Sylvii* und zwar beide Gebilde in relativ gut ausgebildetem Zustande zum Vorschein kommen » (*loc. cit.*, p. 246).

(64) En connexité avec le dernier passage de la note précédente, Holl continue : « Bei *Ursus arctos* ist daher der ganze *Gyrus arcuatus* I, das *Trigonum Sylvii* und die *Fissura ectosylvia* in die Tiefe der *Fissura Sylvii* falsa versenkt » (*loc. cit.*, p. 246). Et plus loin : « Die ursprungliche Annahme Turner's, dass bei *Ursus* die *Fissura ectosylvia* und der *Gyrus arcuatus* I in die Tiefe versenkt sind, ist zweifellos richtig » (*loc. cit.*, p. 248).

(65) Holl critique en deux endroits l'interprétation de Ziehen. D'abord il dit : « Vergleicht man die schematische Figur 4, welche Ziehen über die Furchenverhältnisse bei *Ursus maritimus* mittheilt, mit der Abbildung des Bärengehirnes, so ist unschwer eine vollkommene Uebereinstimmung zu finden. Die von Ziehen mit *Fissura circularis externa* (*ce*) bezeichnete Furche kommt der *Fissura ectosylvia* gleich, die Furche *ci*, *Fissura circularis interna*, entspricht dem *Sulcus terminalis inferior*, und *m*, *Sulcus centralis insulæ*, dem oberen Ende des *Sulcus terminalis anterior*, oder wenn man will, einem gemeinsamen Ausläufer des *Sulcus terminalis anterior* und *posterior*. Auch das von dem *Sulcus terminalis* begrenzte *Trigonum Sylvii* bildet Ziehen ab ; dasselbe wird von ihm jedoch nicht berücksichtigt » (*loc. cit.*, p. 247).

» ... Ziehen bildet die Insel ebenfalls als eine in der Tiefe der *Fissura Sylvii* (*falsa*) liegende Bogenwindung ab ; er beschreibt sie aber nicht als solche, obwohl die sie aussen begrenzende bogenförmige Furche (Ziehen's *Fissura circularis externa*) darauf hinweist; ferner wird ein dreieckiges Feld (ein *Trigonum Sylvii*), welches innerhalb der Bogenwindung liegt, abgebildet, aber auch dies wird nicht als ein solches beschrieben, sondern, wie dies bei Marchand der Fall ist, als eine Furche, welche der... Centralfurche der menschlichen Insel homolog sein soll, hingestellt » (*loc. cit.*, p. 259).

Sur l'interprétation de Marchand, Holl dit encore ceci : « Dieses dreieckige Feld beschreibt aber Marchand bei *Ursus nicht* als solches, sonderm als « eine flache, unten dreieckig verbreitete Furche », als Längsfurche der Insel » (*loc. cit.*, s. 258). (Cf. figure 14 de Marchand dans notre texte.)

(66) Holl dit d'abord : « Wenn bei den besprochenen Bärenarten der *Gyrus arcuatus* I. u. s. w. in die Tiefe versenkt ist, so ist natürlich auch die der *Fissura Sylvii* der Canidengehirne entsprechende Fissur in die Tiefe versenkt und es kann daher die vom *Gyrus arcuatus* II begrenzte Fissur, welche von den Autoren als *Fissura Sylvii* bezeichnet wird, keine der *Fissura Sylvii* der

La nouvelle définition de l'insula des Carnivores est basée chez HOLL sur le vieux critère d'une connexion inséparable entre l'insula et le claustrum : la limite (à l'intérieur de l'hémisphère) du claustrum est la limite (à la surface de l'hémisphère) de l'insula (67). En appliquant ce critère (Cf. fig. 19), HOLL arrive à la définition suivante de l'insula des Canidés et des Félidés : l'insula de ces Carnivores comprend, en dehors de *Trigonum Sylvii*,

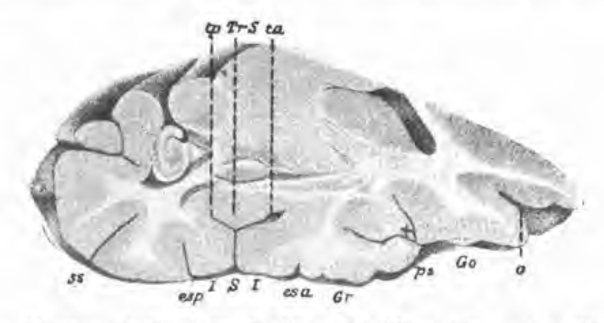


Fig. 19. — *Horizontalschnitt durch die rechte Hemisphere eines Hundegehirnes.*

ss, F. suprasylvia ; esp., F. ectosylvia posterior ; S, *F. Sylvii ; esa, F. ectosylvia anterior ;* I, *Gyrus arcuatus I ; Gr, Gyrus reuniens ; ps, F. præsylvia ;* Go, *Gyrus orbitalis ; o, F. olfactoria ; ta, Sulcus terminalis anterior ;* Trs, *Trigonum Sylvii ; tp, Sulcus terminalis posterior ; x,* Uebergangswindung.

C'est la figure 20 (Tafel XII) extraite de l'étude de HOLL sur l'insula des Carnivores, avec son explication originale.

la première circonvolution arquée en entier, la partie antérieure de la deuxième circonvolution arquée, la partie basale du *gyrus reuniens* et au moins une partie du *gyrus orbitalis* (68).

La même définition est valable pour l'insula des Ursidés et des Mustélidés, et pour l'insula de Carnivores en général (69).

Nous ne pouvons pas entrer ici dans les détails de recherches de HOLL sur l'insula de différentes familles de Carnivores, où il y a des résultats définitifs (70).

Canidengehirne entsprechende Fissur sein ; sie ist in der That dieser unter keinen Umständen homolog, sondern eine ganz *neue*, Bildung, welche dadurch zu Stande kam, dass durch die Versenkung des *Gyrus arcuatus* I die beiden Schenkel des *Gyrus arcuatus II* einander genähert wurden. Die bei *Ursus arctos, syriacus, maritimus* neu entstandene vom *Gyrus arcuatus II* begrenzte Fissur ist daher als eine *Fissura Sylvii falsa* zu bezeichnen » (*loc. cit.*, p. 248). Et plus loin : « Hieraus aber geht hervor, dass die *Fissura Sylvii* des Mustelidengehirns der des Gehirnes von *Ursus arctos* gleichzusetzen ist, beide Fissuren stellen eine *Fissura Sylvii* falsa dar, welche nicht zu homologisiren ist mit der *Fissura Sylvii* (vera) des Caniden-oder Felidengehirnes » (*loc. cit.*, p. 252).

(67) « Ebenso ubereinstimmend lauten die Beziehungen der Insel zum Claustrum und Linsenkerne ; soweit sich dieselben erstrecken, ebenso weit erstreckt sich das Inselgebiet », dit HOLL (*loc. cit.*, p. 225).

Le critère du claustrum a été énoncé pour la première fois par BURDACH (littérature, n° 5). MARCHAND l'applique aussi (*loc. cit.*, p. 81-82 et p. 90), et beaucoup d'autres avant et après lui (SPITZKA, OBERSTEINER, ANTHONY, etc.).

(68) « Aus den an Schnittserien des Caniden- und Felidengehirnes angestellten Untersuchungen geht sohin hervor, dass das Rindengebiet, welches zum Claustrum Beziehungen besitzt, eine viel bedeutendere Ausdehnung besitzt, als die Autoren annehmen...

» Die Insel des Caniden-und Felidengehirnes begreift in sich die Rinde des (vielleicht nur basalen Antheils des) *Gyrus orbitalis*, des unteren Antheils des *Gyris reuniens*, den vorderen Schenkel des *Gyrus arcuatus II*, den ganzen *Gyrus arcuatus* I und das *Trigonum Sylvii*. Man könnte den *Gyrus orbitalis* als vordere, den *Gyrus reuniens* als mittlere und den *Gyrus arcuatus I* mit dem aus ihm hervorgegangenen, daher ihm angehörigen *Trigonum Sylvii* als hintere Insel bezeichnen » (*loc. cit.*, p. 255-256).

Comme on le voit, ici apparaît pour la première fois chez HOLL la division de l'insula en trois parties (Cf. la note 79 plus loin).

(69) « Es geht somit hervor, dass das Inselgebiet des Gehirnes von *Ursus arctos* ebenso gross ist als das des Canidengehirnes. *Die versenkte Bogenwindung des ersteren ist homolog dem oberflächlich gelegenen Gyrus arcuatus I des letzteren...* » (*loc. cit*, p. 257). Et plus loin : « Wenn von den mitgetheilten Befunden an den Gehirnen von *Lutra vulgaris, Meles taxus, Meles martes* ein allgemeiner Schluss auf das Gehirn der Musteliden gezogen werden darf, so kann ausgesagt werden, dass deren Inselgebiet dieselbe Ausdehnung besitzt wie das der übrigen Carnivoren... » (*loc. cit.*, p. 262).

(70) Sur ces recherches, HOLL dit à la fin de son étude (p. 263) : « Aus den mitgetheilten Befunden geht hervor, dass die Art und Weise der Bildung jenes Rindengebiets, das in vorliegender Abhandlung einer näheren Untersuchung unterzogen wurde, bei allen Familien der Carnivoren nicht einheitlich genannt werden kann ; ja selbst bei den einzelnen derselben Familie angehörigen Arten erweisen sich bedeutende Unterschiede.... Die systematische Stellung der untersuchten Tiere würde eine andere sein, falls das Verhalten des betrachteten Rindengebietes zu Grunde gelegt würde... »

Dans sa deuxième étude traitant de l'insula des Ongulés, publiée l'année 1900 (littérature, nº 36), Holl a voulu établir l'homologie de leur insula avec la première circonvolution arquée des Carnivores (71) (Cf. fig. 20). Mais ce résultat général aussi bien que les résultats spéciaux concernant l'insula des différentes espèces des Ongulées restent plus ou moins hypothétiques ou incomplets (72).

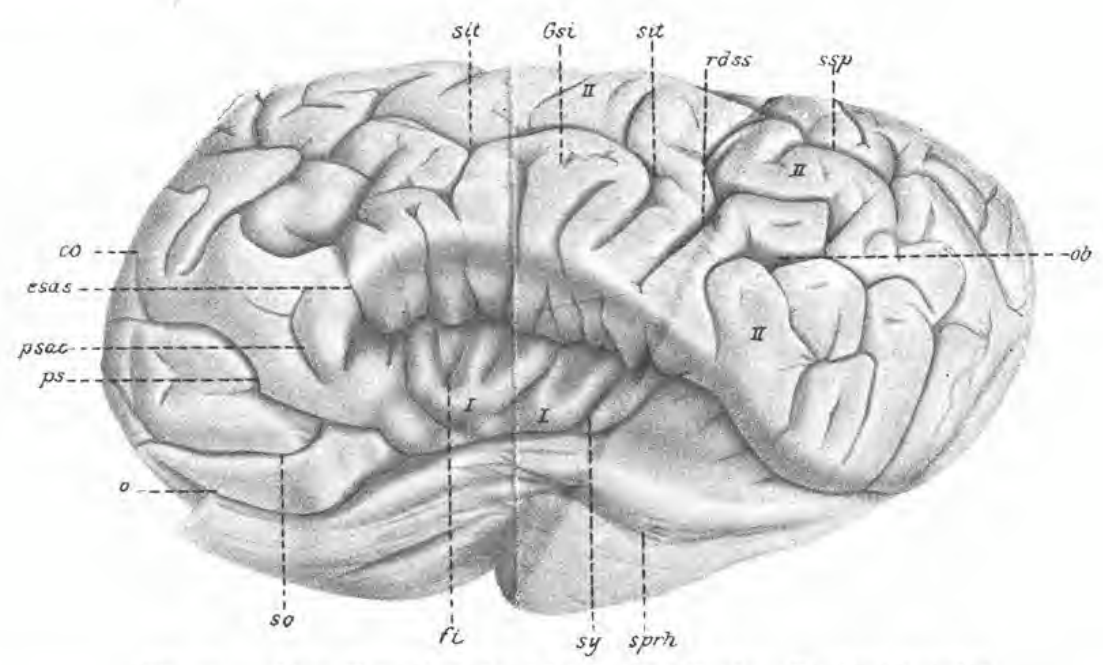


Fig. 20. — *Linke Hemisphere des Gehirnes eines Pferdes. Die Insel freigelegt.*

o, Sulcus olfactorius ; so, Sulcus supraolfactorius ; ps, F. præsylvia ; psac, F. præsylvia accessoria ; esas, *Ramus anterior ascendens fissuræ ectosylviæ ; co, F. coronalis ; sit, Sulcus suprainsularis terminalis ;* Gsi, *Gyrus suprainsularis ; rdss, Ramus descendens fissuræ suprasylviæ ; ssp., F. suprasylvia posterior ; ob, F. obliqua ; smrg, Sulcus sagittalis med. rhinencephali* (Retzius) *; sy, F. Sylvii ; i, Fovea insularis ;* I, *Gyrus arcuatus I* (Inselwindung) ; II, *Gyrus arcuatus II.*

C'est la figure 22 (Tafel XX) extraite de l'étude de Holl sur l'insula des Ongulés, avec son explication originale.

Ces deux premières études de Holl ont été complétées plus tard par une troisième étude sur l'insula des Cétacés (littérature, nº 40).

Quant à la théorie de l'insula de l'Homme et des Singes, on doit distinguer chez Holl deux théories bien différentes (on les confond ordinairement) ; une théorie antérieure (1902) et l'autre postérieure (1909). Tandis que la première représente la synthèse des vues de Turner et de Marchand et a été développée par Holl dans une forme systématique et

(71) A la fin de cette étude, Holl tire la conclusion suivante par rapport au problème des homologies (Schlussbemerkung, p. 331-332) : « Aus den über die verschiedenen Ungulatengehirne mitgetheilten Befunden geht hervor, dass allen untersuchten Gehirnen eine namentlich in die Länge entwickelte Inselwindung zukommt. Bei einigen Arten (z. B. Schwein, Schaf u. s. w.) besitzt sie deutlich den Charakter einer Bogenwindung, während bei anteren Arten (Kalb, Hirsch, Pferd) derselbe verwischt erscheint, in allen Fällen aber entspricht die Insel des Unguiatengehirnes dem *Gyrus arcuatus I* des Carnivorengehirnes. Gleichwie der *Gyrus arcuatus I* des Carnivorengehirnes in die Tiefe versenkt sein kann (Ursiden), so kann dies auch beim Ungulatengehirne stattfinden (Schwein). Die Insel des Ungulatengehirnes erscheint im Vergleiche zu der des Carnivorengehirnes entweder nur gering oder bedeutend umgeformt. Bei einer Reihe von Ungulatengehirnen ist die Oberfläche des vorderen Schenkels der Inselwindung mit Gyri und Sulci breves versehen, deren Anordnung und Gestaltung an die der menschlichen Insel lebhaft erinnert (Rennthier, Pferd u. s. w.). Eine Folge der Hinstellung der Insel des Ungulatengehirns als *Gyrus arcuatus b* im Sinne des Carnivorengehirnes ist, dass die von den Autoren als *Fissura Sylvii* bezeichnete Furche als *Fissura ectosylvia* zu deuten ist. » (Cf. fig. 20 dans notre texte.)

(72) En outre, Holl y constate l'existence d'un *Gyrus suprainsularis* chez le Bœuf, le Cheval et le Rhinocéros (*loc. cit.*, p. 323, 325-326, 328 et 332).

conséquente, la deuxième est beaucoup plus compliquée, et HOLL n'a pas réussi à lui donner une forme définitive.

La première théorie se trouve exposée dans l'étude *Ueber die Insel des Menschen-und Anthropoidengehirns* publiée en 1902 (littérature, n° 37). Dans cette étude, HOLL arrive aux résultats suivants :

1. Il accepte l'affirmation de MARCHAND-CUNNINGHAM, que le sillon fronto-orbitaire des Singes correspond au circulaire antérieur de Reil chez l'Homme (73) ;

2. Il accepte la division de MARCHAND de l'insula des Primates en insula antérieure et insula postérieure (74) ;

3. Il affirme que le sillon fronto-orbitaire des Singes correspond à la præsylvia des autres Mammifères (75) (MARCHAND) ;

4. Il accepte l'affirmation de MARCHAND que le longitudinal représente le sillon principal de l'insula (76) ;

5. Il affirme que le longitudinal correspond à la *sylvia vera* des Carnivores (77) ;

6. Il affirme que l'insula antérieure des Primates correspond à la région du cerveau des Carnivores située entre la branche antérieure d'ectosylvia et la præsylvia, et l'insula posté-

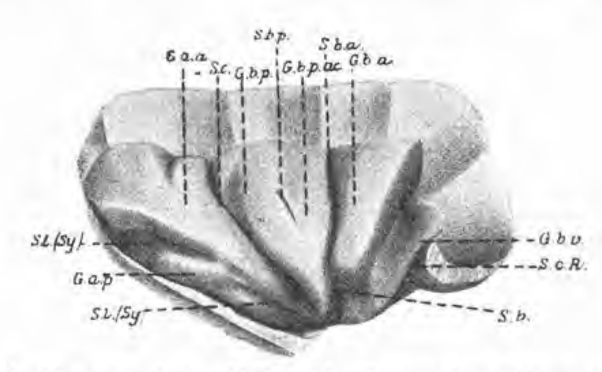


Fig. 21. — *Abbildung der (menschlichen) Insel eines Erwachsenen (niederer Typus).*

S. b., *Sulcus basilaris (polaris)* ; S. c. R., *Sulcus circularis Reili* ; G. b. v., *Gyrus brevis anterior* an der vorderen Fläche des *Lobulus anterior insulæ* ; G. b. a., *Gyrus brevis anterior* ; S. b. a., *Sulcus brevis anterior* ; G. b. p. ac., *Gyrus brevis posterior accessorius* ; S. b. p., *Sulcus brevis posterior* ; G. b. p., *Gyrus brevis posterior* ; S. c. *Sulcus centralis* ; G. a. a., Vorderer Schenkel der inselförmigen Bogenwindung *(Gyrus arcuatus)* ; S. l. (Sy), *Sulcus longitudinalis insulæ* (MARCHAND's *Fissura Sylvii)* ; G. a. p., Hinterer Schenkel der inselförmigen Bogenwindung (*Gyrus arcuatus*).

C'est la figure 10 (Tafel I) extraite de l'étude de HOLL sur l'insula de l'Homme et des Singes anthropoïdes, avec son explication originale.

(73) En décrivant l'insula d'un Orang (*loc. cit.*, p. 39), HOLL dit expressément : « Die vordere Grenze des ganzen Inselgebiets ist der *Sulcus fronto-orbitalis*, welcher daher der vorderen Grenzfurche der menschlichen Insel gleichzusetzen ist » (*loc. cit.*, p. 39-40).

(74) « Die Insel der Anthropoiden und niederen Affen besteht aus einem grösseren, bogenförmigen, tiefliegenden (versenkten) und einem kleineren, oberflächlich gelegenen Antheile (tiefliegende und oberflächliche Insel MARCHAND), welche beide durch eine Furche unvollkommen getrennt sind...

» Die menschliche Insel entspricht der tiefliegenden und oberflächlichen Insel der höheren und niederen Affen zusammengenommen ; die Grenzfurche zwischen beiden Inseln ist im *Sulcus brevis anterior* der menschlichen Insel wiedergegeben. Der *Sulcus fronto-orbitalis* der Anthropoiden entspricht der vorderen Grenzfurche der menschlichen Insel... » (*loc. cit.*, p. 41-42).

(75) « Die Carnivoreninsel erstreckt sich also über das Gebiet des *Gyrus arcuatus* I nach vorne gegen die *Fissura præsylvia* hinaus, und dieser Theil der Rinde ist jedenfalls der vorderen, oberflächlichen Insel der höheren und niederen Affen, wie auch der vorderen Insel des Menschen (im Sinne MARCHAND's) gleichzustellen » (*loc. cit.*, p. 40 ; cf. aussi la note 78 plus bas).

(76) « ... Nur dem *Sulcus longitudinalis* kommt unter den Furchen der Insel die führende Rolle zu... » (*loc. cit.*, p. 37).

(77) Cette homologie est affirmée par HOLL dans le passage suivant : « Die Insel der Anthropomorphen und des Menschen ist demnach von der um die *Fissura Sylvii* herumgelegten Bogenwindung (*Gyrus arcuatus I*) der Ungulaten und Carnivoren abzuleiten... Dies berücksichtigend wäre also beim Anthropomorphen- und Menschengehirne als *Fissura Sylvii* nicht die als gewöhnlich mit diesem Namen bezeichnete Spalte, sondern die Längsfurche MARCHAND's zu bezeichnen » (*loc. cit.*, p. 36).

rieure à la première circonvolution arquée des Carnivores (TURNER), ou, autrement dit, que le *sulcus brevis anterior* correspond à la branche antérieure et le circulaire postérieur de Reil à la branche postérieure de l'ectosylvia (78).

Mais, en dehors de ces résultats, l'étude de HOLL représente une contribution importante pour la connaissance de différentes formes de l'insula humaine, dont il distingue (*loc. cit.*, p. 18), par rapport au nombre des scissures et des circonvolutions de l'insula antérieure d'EBERSTALLER, trois types principaux, dont deux extrêmes et l'un intermédiaire (la figure 21 représente le type extrême inférieur et la figure 22 le type extrême supérieur). Les deux autres études de HOLL (littérature, nos 38 et 39) en sont le complément.

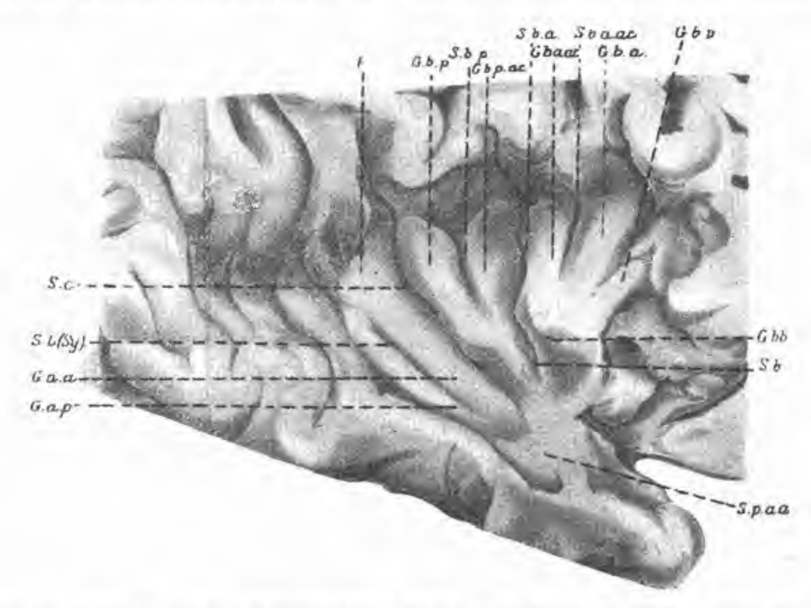


Fig. 22. — *Abbildung der (menschlichen) Insel eines Erwachsenen (höherer Typus).*

S. *p. a. a.*, *Substantia perforata anterior alba* ; S. *b.*, *Sulcus basilaris (polaris)* ; G. *b. v.*, *Gyrus brevis anterior* an der vorderen Fläche des *Lobulus anterior insulæ* ; G. *b. a.*, *Gyrus brevis anterior* ; S. *b. a. ac.*, *Sulcus brevis anterior accessorius* ; G. *b. a. ac.*, *Gyrus brevis anterior accessorius* ; S. *b. a.*, *Sulcus brevis anterior* ; G. *b. p. ac.*, *Gyrus brevis posterior accessorius* ; S. *b. p.*, *Sulcus brevis posterior* ; F., Forsatz ; S. *c.*, *Sulcus centralis* ; S. *l.* (Sy), *Sulcus longitudinalis insulæ* (MARCHAND'S *Fissura Sylvii)* ; G. *a. a.*, Vorderer Schenkel der inselförmigen Bogenwindung (*Gyrus arcuatus)* ; G. *a. p.*, Hinterer Schenkel der inselförmigen Bogenwindung (*Gyrus arcuatus)*.

C'est la figure 13. (Tafel I) extraite de l'étude de HOLL sur l'insula de l'Homme et des Singes anthropoïdes, avec son explication originale.

La deuxième théorie de HOLL a été exposée par lui dans sa dernière étude consacrée à la question de l'insula, dans le mémoire *Die Entwicklung der Bogenwindung an der hinteren Insel des Menschen-und Affenhirns*, publié l'année 1909 (littérature, no 44). Les trois études antérieures, publiées en 1908 et 1909 (littérature nos 41, 42 et 43) en représentent la préparation.

Dans la première de ces trois études (*Zur vergleichenden Morphologie der « vorderen*

(78) « Bei den Carnivoren und Ungulaten beschränkt sich das Inselgebiet nicht bloss auf den *Gyrus arcuatus I*, sondern be greift in sich auch das an das untere Ende des vorderen Schenkels desselben bis zur *Fissura præsylvia* herankommende Windungsgebiet; dieses letztere entspricht der oberflächlichen Insel der Anthropoiden (dem vor dem *Sulcus brevis anterior* gelegenen Windungsgebiet des Menschen), während der *Gyrus arcuatus I* selbst der tiefliegenden Insel gleichzusezen ist » (*loc. cit.*, p. 42).

Pourtant il ne faut pas passer sous silence que, dans l'étude de HOLL, on peut trouver des passages d'où il resulterait que l'insula de l'Homme (et des Singes) est *en entier* homologue à la première circonvolution arquée des Carnivores *seule* (Cf. p. 26 et 28).

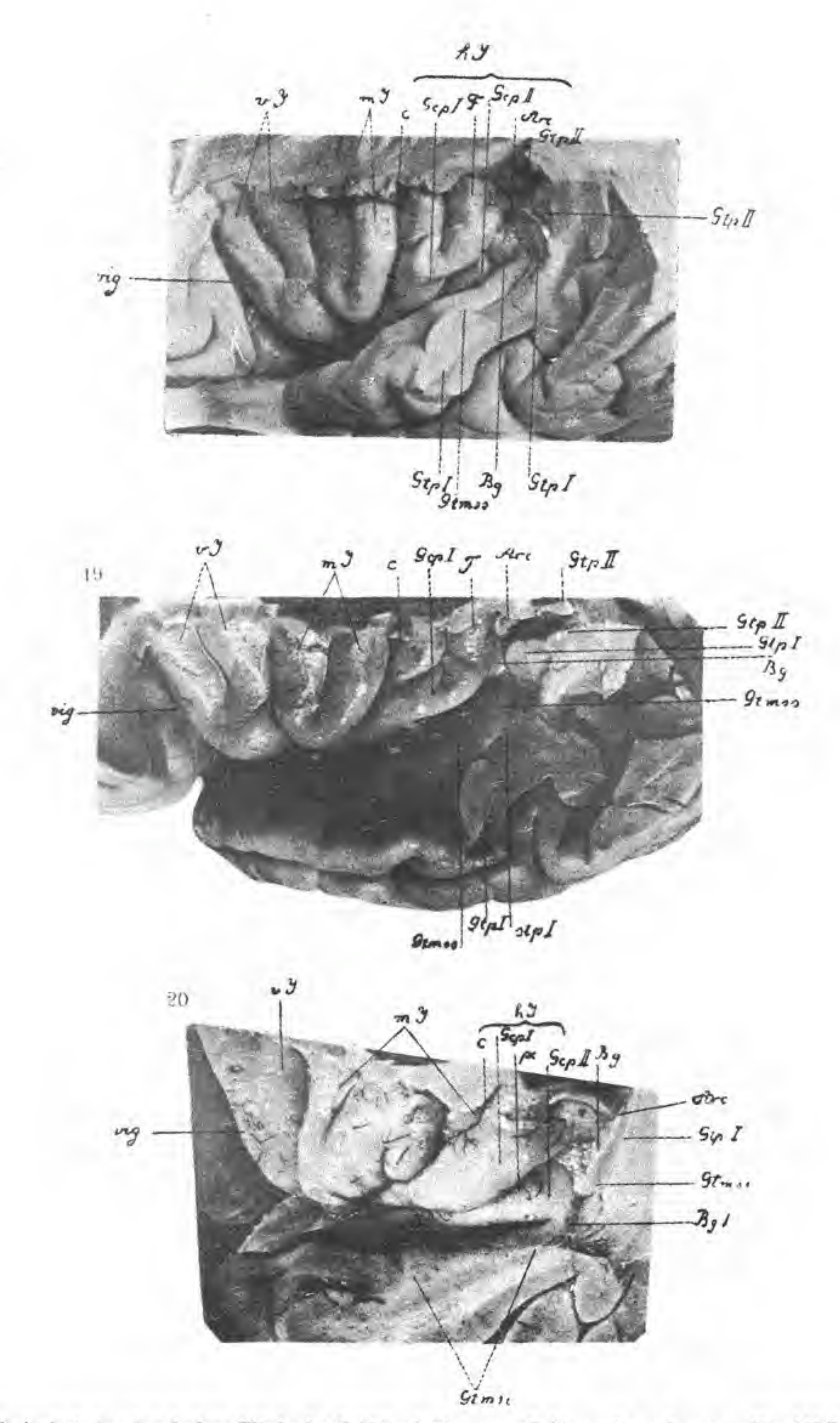


Fig. 23-24-25. — *Freigelegte Insel und obere Fläche des Schläfenlappens von Gehirnen Erwachsener. Die Abbildungen Fig. 18 (23) und 19 (24) betreffen dasselbe Präparat; nur die Lagerung desselben ist verschieden.*

vig, vordere Inselgrenzfurche ; *v*I, *m*I, *h*I, vordere, mittlere, hintere Insel ; *c*, *Sulcus centralis ; p. c.*, *Sulcus postcentralis ;* G*cp* I, G*cp* II, *Gyrus centralis posterior primus, secundus* (Retzius) ; F. Forsatz des *Gyrus centralis posterior I* ; G*cp* I, Bg, G*tmss (Gyrus temporalis magnus secundarius superior*, obere oder laterale Abtheilung des *Gyrus temporalis magnus)* bilden den *Gyrus insulo-temporalis superior ;* G*ep* II, Bg, G*tmsi* (*Gyrus temporalis magnus secundarius inferior*, untere, mediale Abtheilung des *Gyrus temporalis magnus*) bilden den *Gyrus insulo-temporalis inferior ;* Bg, Bg_1, die Bogenstücke, die die insulären Schenkel mit den temporalen Schenkeln der genannten Bogenwindungen verbinden ; G*tp* II, *Gyrus temporo-parietalis II* (durchschnitten). G*tp* I (Durchschnitt des temporalen Schenkels des *Gyrus temporo-parietalis I)* ; in den Fig. 18 (23) und 19 (24) verbindet sich jedoch der genannte temporale Schenkel, anstatt mit einer Windung des parietalen Operculums, mittels des Verbindungsstückes Arc mit dem Fortsatze F des *Gyrus centralis posterior I* zu einer insulo-temporalen Bogenwindung; in Fig. 20 (25) verschmilzt G*tp* I mit G*tmss*.

Ce sont les figures 18, 19 et 20 (Tafel V) extraites de l'étude de Holl sur l'insula de l'Homme et des Singes en relation avec le lobe temporal, avec leur explication originale.

Insel » des menschlichen Gehirns), Holl divise l'insula des Primates en trois parties : insula antérieure, insula moyenne et insula postérieure (79). Et il affirme qu'il y a des cas embryologiques où l'insula antérieure des auteurs reste découverte en entier (80).

Dans la deuxième (*Die Insel des Menschen-und Affenhirns in ihrer Beziehung zum Schläfenlappen*), Holl établit que, dans l'insula des Singes et dans l'état embryonnaire de l'insula de l'Homme, le circulaire postérieur n'atteint pas le supérieur et qu'une circonvolution spéciale (*gyrus insulo-temporalis*), unissant l'insula postérieure avec le lobe temporal, passe par cette zone libre (81). Cette circonvolution, composée d'une branche insulaire et du *gyrus temporalis magnus*, peut être constatée, dans des cas exceptionnels, aussi dans l'insula humaine adulte (82) (Cf. fig. 23). En outre, dans la branche temporale du *gyrus insulo-temporalis*, Holl distingue trois parties principales : *gyrus insulo-temporalis superior* (p. 398 et fig. 23), *inferior* (p. 402 et fig. 25) et *proprius* (p. 403).

A la fin de cette deuxième étude, Holl abandonne ouvertement sa première théorie (83).

Dans la troisième étude (*Ueber bisher unbekannte Bildungen im hintersten Inselgebiet des Menschen-und Affenhirns*), Holl affirme que, en arrière du circulaire postérieur de l'insula des Singes et de l'insula embryonnaire de l'Homme, se trouve encore une circonvolution insulaire qu'il appelle *gyrus postremus insulæ* (84) (Cf. fig. 26). Dans l'insula humaine adulte, cette circonvolution se réunit quelquefois avec l'insula postérieure (85). En outre, Holl y constate l'existence d'un *sulcus obliquus* dans l'insula postérieure de l'Homme (86) (Cf. fig. 26).

(79) « Da die vordere Insel... ebenfalls eine Bogenform besitzt, ist demnach *die Insel des menschlichen Gehirns in typischen Fällen aus drei hintereinander liegenden Inselbogenwindungen, einer vorderen, mittleren und hinteren aufgebaut.* Die vordere und mittlere Insel entsprechen der vorderen Insel der Autoren... Eine mittlere Insel besitzen auch die Anthropomorphen... » (*loc. cit.*, p. 344). Pourtant, ces trois parties ne représentent pas, d'après Holl, trois circonvolutions arquées au sens morphologique Cf. *loc. cit.*, p. 356).

(80) En se basant sur ces cas Holl conclut : « ... Es gehören also die *ganze* vordere Insel und die mittlere Insel zusammen ; alle zusammen stellen ein grosses Windungsgebiet dar, welches... ursprünglich eine oberflächliche Lage annahm und secundär durch Einfaltung operculisiert wurde » (*loc. cit.*, p. 355).

Et dans un appendice, à la fin de l'étude (p. 356-357), il annonce déjà le résultat principal de sa deuxième étude.

(81) « Legt man die Insel und die obere Fläche des Schläfenlappens an einem Affengehirn frei, so findet man..., dass um das obere Ende der hinteren Inselgrenzfurche die Insel... und die obere Fläche... des Schläfenlappens durch eine breite Windungsbrücke...in kontinuierlicher Verbindung stehen ; mit anderen Worten, Insel und Schläfenlappen stellen einen um das obere Ende der hinteren Inselgrenzfurche herumgelegten Windungsbogen..., den *Gyrus insulo-temporalis* her... » (*loc. cit.*, p. 365).

(82) « ... Es handelt sich sohin beim erwachsenen menschlichen Gehirn zu finden, dass erstens die untere Inselgrenzfurche die obere nicht erreiche und dass zweitens die hintere obere Inselecke mit dem medialen hinteren Ende des *Gyrus temporalis magnus* in kontinuierlicher Verbindung gesetzt sei... Bei einem weiteren Suchen gelang es mir jedoch, ganz prägnante Fälle zu finden und ich bringe einen solchen Fall zur Darstellung » (*loc. cit.*, p. 397 et fig. 23).

(83) Il le fait dans le passage suivant (*loc. cit.*, p. 406) : « Es wird sich bei den weiteren Untersuchungen über die morphologische Bedeutung des *Gyrus insulo-temporalis (superior)* des Affen-und Menschenhirns wahrscheinlich herausstellen, dass derselbe der zweiten Bogenwindung Leuret's bei den Carnivoren homolog ist, also jener Windung, welche die erste Bogenwindung, d. i. die Insel umschliesst. »

(84) « Bei einer Reihe menschlicher Inseln findet sich zwischen dem unteren vorderen Abschnitte der hinteren Insel... und dem medialen Rande der oberen Fläche des Schläfenlappens eine Windung, der *Gyrus postremus insulæ*, vor, die dem Inselgebiete zugerechnet werden muss » (*loc. cit.*, p. 172-173).

(85) « ... In manchen Fällen ist der *Gyrus postremus insulæ* mit dem unteren vorderen Abschnitte der hinteren Insel... theilweise oder ganz verschmolzen » (p. 173).

(86) « Eine Reihe von menschlichen Inseln zeigt, dass die hintere Insel.., beiläufig bei ihrer Höhenmitte von einer schiefen Furche, dem *Sulcus obliquus*, übersetzt wird, der aus der hinteren Inselgrenzfurche aut. seinen Anfang nimmt, schief nach unten vorn sich richtet und die hintere Inselgrenzfurche... gewöhnlich nicht erreicht. Durch den *Sulcus obliquus* wird die hintere Insel in einen vorderen unteren und in einen hinteren oberen Abschnitt unvollständig zerlegt... » (*loc. cit.*, p. 173).

Sur le circulaire postérieur de Reil, Holl dit encore ceci : « ... Die hintere Inselgrenzfurche der Autoren wird oft aus einzelnen, nicht zusammenhängenden Teilstücken angetroffen... Die vordere Grenzfurche des *Gyrus postremus insulæ* ist es, die hauptsächlich einen Bestandtheil des vorderen unteren Abschnittes der hinteren Inselgrenzfurche darstellt » (*loc. cit.*, p. 174).

Les trois études de HOLL, que nous venons de résumer, sont d'ailleurs si riches en détails que nous n'avons pu, dans ce qui précède, qu'indiquer tout sommairement leur contenu (87).

Enfin la quatrième étude (littérature, nº 44) contient sa nouvelle théorie de l'insula des Primates, dont il résume lui-même les résultats à la fin de cette étude (p. 356-367). Cette deuxième théorie peut être résumée de la façon suivante :

1. Le central et le longitudinal sont des sillons de même importance (88) ;

2. L'insula postérieure des auteurs (EBERSTALLER) représente une circonvolution insulaire arquée secondaire, constituée par la circonvolution insulaire arquée primaire (Cf. fig. 27) et la branche insulaire du *gyrus insulo-temporalis* (89) ;

3. La circonvolution insulaire arquée primaire correspond à la première circonvolution arquée du cerveau des Carnivores et son sillon principal (le longitudinal) à la *Sylvia vera* de ce cerveau (90) ;

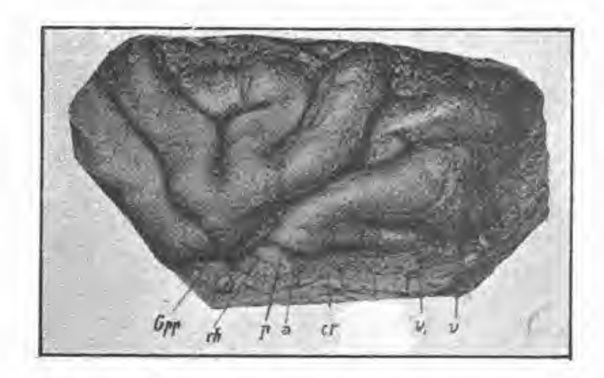


Fig. 26. — *Linke Insel eines menschlichen Gehirns.* (Kopie nach RETZIUS.)

Gpp, *Gyrus temporalis postpolaris ; rh*, Ende der *Fissura rhinalis ; p*, *Gyrus postremus insulæ ; a*, Seine vordere Grenzfurche ; *cr*, *Crista longitudinalis des Gyrus postremus insulæ ; so*, *Sulcus obliquus ;* v_1, Verbindung der *Crista longitudinalis* mit der oberen Fläche des Schläfelnappens ; *v*, Verbindung der hinteren Insel mit der oberen Fläche des Schläfenlappens.

C'est la figure 4 (Tafel) extraite de l'étude de HOLL sur les formations ultimes de l'insula de l'Homme et des Singes, avec son explication originale.

(87) Parmi ces détails, mentionnons seulement l'homologie que HOLL veut établir (dans sa deuxième étude, p. 403-405) entre le *Gyrus supra-insularis* des Singes et des Ongulés et le *Gyrus temporo-parietalis I* de l'Homme (*Gyrus temporo-parietalis profundus* de BROCA ; cf. note 21 et note 27).

(88) « Der *Sulcus postcentralis* (die secundäre Inselhauptfurche) und der *Sulcus centralis insulæ* haben eine gleich wichtige Bedeutung ; der erstere besteht in seinem vorderen Abschnitte aus der primären Inselhauptfurche, der Lichtungsfurche einer an der Insel zuerst auftretenden Bogenwindung, der letztere ist eine Grenzfurche zwischen dem vorderen Schenkel dieser und einem erst später zur Versenkung gekommenen Inselgebiete, der vorderen Insel der Autoren » (*loc. cit.*, p. 340).

(89) Après avoir montré qu'il faut, d'après le développement embryogénique, distinguer entre les circonvolutions arquées primaire et secondaire, HOLL dit : « An der sekundären, hinteren unteren Inselbogenwindung stellt der untere Abschnitt, der aus der primären unteren Inselbogenwindung hervorgegangen ist, das Wesentliche dar; ihr oberer Abschnitt ist eine sekundäre Bildung, die nicht aus demselben Inselgebiete entstanden ist, aus welchem die primäre untere Inselbogenwindung sich bildete... Der insuläre Schenkel des *Gyrus insulo-temporalis* ist mit der primären unteren Inselbogenwindung erst sekundär zur Vereinigung gekommen und nach manchen Umbildungen ist aus dieser Vereinigung eine sekundäre hintere Inselbogenwindung hervorgegangen... » (*loc. cit.*, p. 345-346 ; cf. aussi p. 365-366).

Sur la circonvolution insulaire arquée primaire en particulier, HOLL s'exprime ainsi :

« Die primäre untere Inselbogenwindung ist an fetalen menschliden Gehirnen von dem sie umgebenden Inselgebiete ursprünlich ganz deutlich durch eine Furche abgegrenzt ; freilich ist diese Grenzfurche oft schlecht entwickelt, oft gar nicht vorhanden... An der von KOLLMANN (5) mittels der Fig. 618 mitgeteilten Abbildung der Insel eines sechsmonatlichen Fötus jedoch ist die erwähnte Grenzfurche ganz besonders gut ausgebildet und deshalb die primäre Inselbogenwindung von dem sie umbegenden Inselgebiete deutlich abgegliedert » (*loc. cit.*, p. 356 ; cf. fig. 27).

(90) « Es lässt sich zeigen, dass die primäre, untere Inselbogenwindung einer unteren (I) Bogenwindung des Carnivorengehirns entsoricht ; ihre Lichtungsfurche entspricht der *Fissura Sylvii* aus, des Carnivorengehirns » (*loc. cit.*, p. 367).

4. Le sillon central de l'insula correspond à la branche antérieure et le circulaire postérieur de Reil à la branche postérieure de l'ectosylvia (91) ;

5. L'insula antérieure des auteurs correspond à la région du cerveau des Carnivores située entre la branche antérieure de l'ectosylvia et la præsylvia (92) ;

6. Le *gyrus insulo-temporalis* et le *gyrus postremus insulæ* correspondent probablement à la deuxième circonvolution arquée des Carnivores (93) ;

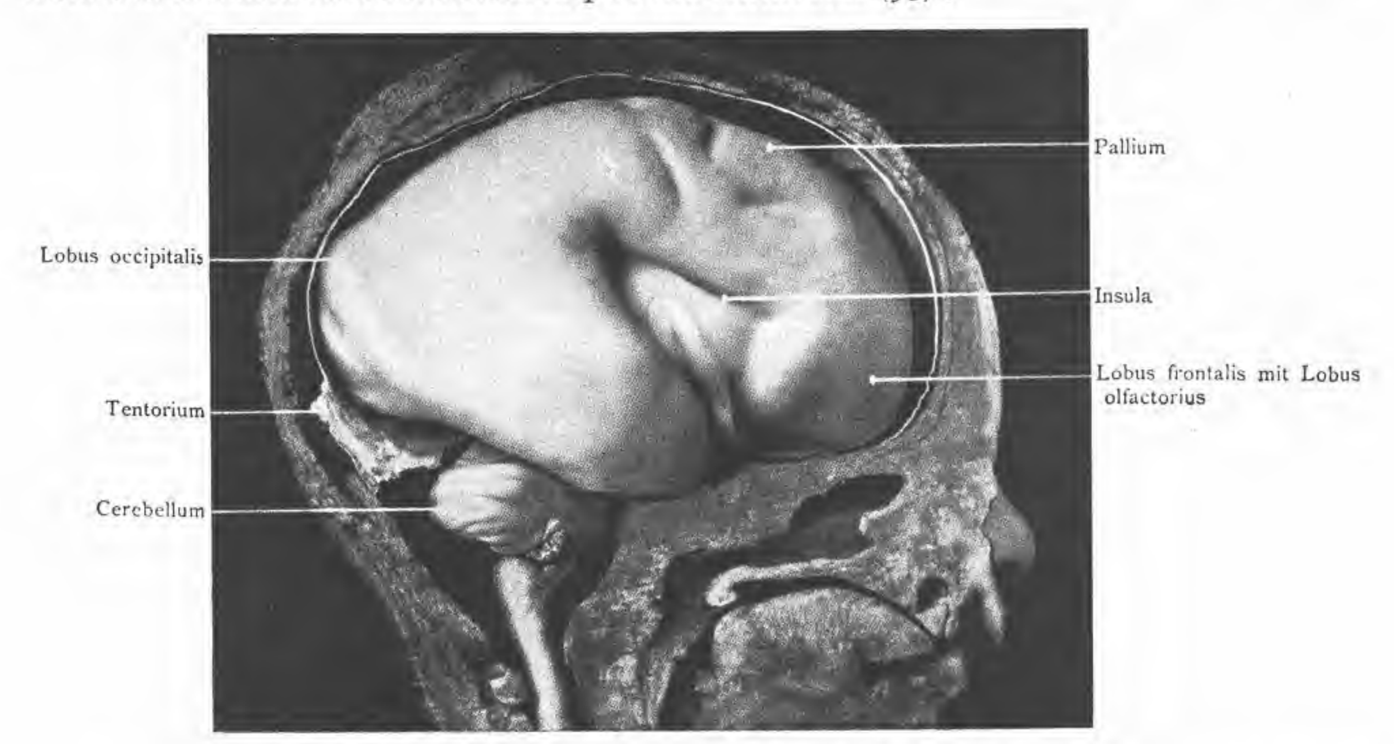


Fig. 27. — *Gehirn eines menschlichen Fetus vom 6. Monat.* (Vergrössert).
Das Gehirn ist in situ dargestellt... Das Hemisphærium zeigt die erste Andeutung von Furchen : senkrecht auf die Mitte der Insel gerichtet den *Sulcus centralis*, dann den *Sulcus præcentralis* und etwas nach rechts und unten den Beginn des *Sulcus frontalis*.
C'est la figure 618 extraite de l'ouvrage de J. Kollmann, *Handatlas der Entwickelungsgeschichte des Menschen*, zweiter Teil (Jena, 1907).

(91) « Die äussere Randfurche der primären, unteren Inselbogenwindung, die in ihrer Gänze nur an fœtalen menschlichen Inseln und auch nicht in allen Fällen nachweisbar ist, entspricht der *Fissura ectosylvia* ; von der Randfurche bleibt ihr vorderer Sckenkel erhalten, der den *Sulcus centralis insulæ* darstellt» (*loc. cit.*, p. 367).

Et Holl ajoute ici : « Die *Substantia perforata anterior* « *alba* » der menschlichen Insel entspricht dem *Trigonum Sylvii* des Carnivorengehirns. »

L'homologie du sillon central avec la branche antérieure de l'ectosylvia est considérée par Holl comme plus ou moins indubitable : « ... es dürfte schwer sein nachzuweisen, dass der *Sulcus centralis insulæ* nicht der *Fissura ectosylvia anterior* des Carnivorengehirns entspreche » (*loc. cit.*, p. 360).

Moins sûre lui semble l'homologie entre le circulaire postérieur et la branche postérieure de l'ectosylvia : « Wie auch vielleicht dass die... hintere Inselgrenzfurche aut, im weiteren Sinne des Wortes nicht der *Fissura ectosylvia posterior* des Carnivorengehirns entspreche » (*loc. cit.*, p. 360).

(92) « Das die primäre, untere Inselbogenwindung (= die versenkte untere Bogenwindung des Carnivorengehirns) umgebende Inselgebiet entspricht im Bereiche der vorderen Insel der Autoren dem vor dem vorderen Schenkel der unteren Bogenwindung gelegenen Rindengebiete des Carnivorengehirns, und zwar bis zur *Fissura præsylvia* (= vordere Inselgrenzfurche homo) hin » (*loc. cit.*, p. 367).

La possibilité d'une homologie partielle de l'insula antérieure des auteurs avec la branche antérieure de la deuxième circonvolution arquée des Carnivores lui semble tout à fait douteuse : « ... Ahnliches, wie das eben Gesagte, gilt für die sogenannte vordere Insel der Autoren. Zweifellos begreift diese in sich das Gebiet des Carnivorengehirns, weiches vor dem vorderen Schenkel der ersten Bogenwindung liegt und bis zur *Fissura præsylvia* heranreicht ; aber ob und in welchem Ausmaasse der vordere Schenkel der zweiten Bogenwindung an dem Aufbau der vorderen Insel aut. beteiligt ist, darüber ist man einstweilen nicht im stande auch nur annährend Richtiges vorzubringen » (*loc. cit.*, p. 360).

(93) « Das übrige Inselgebiet des menschlichen dürfte eine Beziehung zur zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns haben, was namentlich für den insulären Schenkel des *Gyrus insulo-temporalis* höchst wahrscheinlich ist. Wahrscheinlich vielleicht.

7. Il existe une évolution progressive de l'insula des Primates, à partir des Singes inférieurs jusqu'à l'Homme (94).

Comme on le voit, HOLL transpose dans sa deuxième théorie la branche antérieure de l'ectosylvia du *sulcus brevis anterior* au sillon central, et il met la région insulaire contournant la circonvolution insulaire arquée primaire en rapport avec la deuxième circonvolution arquée des Carnivores. Cette deuxième théorie représente ainsi une sorte de synthèse entre sa première théorie et celle d'ELLIOT SMITH ; en tout cas, elle est une confirmation partielle de cette dernière (95).

ist es auch, dass die saumartige Windung, die an manchen menschlichen Inseln hinter der secundären, hinteren unteren Inselbogenwindung vorhanden ist, mit der zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns in Beziehung zu bringen ist; vielleicht gilt ein Gleiches nicht nur für den temporalen Schenkel des *Gyrus temporo-insularis*, sondern auch für den von mir beschriebenen *Gyrus postremus insulæ* » (*loc. cit.*, p. 367).

L'homologie du *Gyrus insulo-temporalis* avec la branche postérieure de la deuxième circonvolution arquée a été précisée par HOLL dans un passage antérieur de la manière suivante : « Der insuläre Schenkel des *Gyrus insulo-temporalis* des menschlichen Gehirns als ein Inselbestandteil käme sohin gleich dem vorderen Schenkel der zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns, andrerseits wäre der temporale Schenkel des *Gyrus insulo-temporalis*, der keine Beziehung zum Claustrum aufweist, dem hinteren Schenkel der zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns, der auch keine Beziehung zum Claustrum aufweist, gleichzusetzen; mithin würde der *Gyrus insulo-temporalis* der zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns gleichzusetzen sein... » (*loc. cit.*, p. 359).

Mais cette homologie (aussi bien que certaines autres) reste douteuse pour HOLL : « Es wird auch schwer sein, die direkte Beziehung des insulären Schenkels des *Gyrus insulo-temporalis* zur zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns abzuweisen. Aber unsicher bleibt die Angabe bezüglich des temporalen Schenkels des *Gyrus insulo-temporalis* und der erwähnten saumartigen Windung: es kann nicht bestimmt angegeben werden, welche von diesen Bildungen eventuell mit einer zweiten Bogenwindung in Beziehung zu bringen wäre » (p. 360).

Que la deuxième théorie de HOLL ait été regardée par lui-même comme inachevée, cela ressort aussi du passage suivant se trouvant au début de sa quatrième étude (p. 266) : « Zum Schluss der Abhandlung wird ein vorläufiger jedoch nichts präjudicieren sollender Versuch zu einer Phylogenie der menschlichen Insel gemacht » [Une étude à paraître annoncée par HOLL à la même page (Cf. aussi p. 309), n'a jamais parue.]

Citons encore un passage où la deuxième théorie de HOLL se trouve le mieux résumée par lui : « Aus dem Mitgesheilten geht sohin hervor, dass die Insel des Menschen-und Affenhirns Bildungen in sich schliesst, welche der ganzen unteren (ersten) Bogenwindung und an diese sich anschliessenden bis zur *Fissura præsylvia* heranreichenden Rindengebiete des Carnivorengehirns entsprechen ; u.zw. entspricht der unteren (ersten) Bogenwindung die primäre untere Inselbogenwindung, dem hinter der *Fissura præsylvia* gelagerten Rindengebiete die vordere Insel der Autoren ; der *Fissura Silvii* aut. entspricht die primäre Inselhauptfurche, der *Fissura ectosylvia anterior* der *Sulcus centralis insulæ*, der *Fissura præsylvia* die vordere Inselgrenzfurche. Ausserdem enthält die Insel des Menschen-und Affenhirns ein Gebiet, welches mit der zweiten Bogenwindung des Carnivorengehirns in Beziehung gebracht werden muss ; wie sich aber diese Beziehung im besonderen verhält, kann nicht angegeben werden » (*loc. cit.*, p. 361).

(94) Cette évolution se trouve exposée aux pages 308-312 de la quatrième étude. Nous n'en citerons que quelques passages : « Aus den an den verschiedenen Affeninseln gewonnenen Befunden ergibt sich, dass zunächst zwei extreme typische Formzustände :

» 1. Ein niederer und

» 2. Ein höherer

» festgestellt werden können; des weiteren, dass zwischen diesen beiden Typen Uebergangsformen bestchen....

. . . .

» Aus dem Gemeldeten ergibt sich, dass der zweite, bei den Anthropomorphen auftretende Inseltypus, aus dem ersten, dem einfachen Inseltypus, bei welchem die Insel einen einfachen konvexen Körper darstellt (und der bei einigen Cebiden angetroffen wird), im Wege eines Umformungsvorganges sich entwickelt hat...

» ... Die sekundäre Bogenwindung ist nicht als eine einfache Verlängerung der primären aufzufassen, sondern hinten oben von der primären Begenwindung lag noch ein undifferenziertes Inselfeld, welches durch Auftreten einer Furche differenziert wurde. Indem das Bogenstück der primären, unteren Bogenwindung verschwand,... kam es zu einer Verbindung der primären Inselhauptfurche mit der... neu aufgetretenen Furche... somit zur Herstellung einer secundären hinteren unteren Inselbogenwindung... »

(95) Il est bien difficile d'affirmer avec certitude que HOLL aurait modifié sa première théorie sous l'influence d'ELLIOT SMITH. Celui-ci n'est cité par HOLL, dans sa quatrième étude, qu'une seule fois (*loc. cit.*, p. 358, où HOLL mentionne le fait d'abaissement de la branche antérieure de la deuxième circonvolution arquée des Pinnipèdes, constaté par ELLIOT SMITH), et la théorie d'ELLIOT SMITH n'est discutée nulle part. Certes, les chercheurs originaux devaient peut-être penser plus qu'ils ne le font à la tâche difficile de l'historien futur de leurs théories !

2. GRAFTON ELLIOT SMITH

Le célèbre anatomiste anglais du cerveau a exposé sa théorie de l'insula de l'Homme, des Singes et des non-Primates dans les quatre travaux suivants :

1. *Catalogue of the Physiological Series of the Royal College of Surgeons of England,* publié l'année 1902 (littérature, nº 46) ;

2. *On the Morphology of the Brain in the Mammalia, with special Reference to that of the Lemurs,* publié l'année 1903 (littérature, nº 47) ;

3. *On the homologies of the cerebral sulci,* publiée l'année 1902 (littérature, nº 48), avant le travail précédent, dont il n'est qu'un extrait ;

4. *A note on an exceptional human Brain presenting a pithecoid Abnormality of the Sylvius Region,* publié en 1904 (littérature, nº 49).

Le premier de ces travaux contient le matériel qui est à la base du second, tandis que le troisième ne représente que le résumé des conclusions générales de ce dernier ; le quatrième n'est, au point de vue théorique, qu'un complément du troisième. En dehors du matériel, le premier contient aussi une courte esquisse de la théorie de l'insula des Primates (p. 471-475). Dans ce qui suit, nous allons exposer les théories d'ELLIOT SMITH combinant les passages respectifs des trois premiers travaux, tandis que le quatrième ne nous servira que comme un complément.

Dans sa théorie de l'insula de non-Primates, ELLIOT SMITH arrive aux résultats suivants :

1. Il accepte l'interprétation de TURNER concernant l'insula des Ursidés (96) ; il l'applique à l'insula des autres Carnivores, et il l'appuie en constatant l'abaissement de la branche antérieure de la deuxième circonvolution arquée chez les Pinnipèdes (97) (Cf. fig. 28) ;

2. Il établit la différence entre la scissure sylvienne secondaire (la « vraie » scissure sylvienne) et la scissure sylvienne primaire (la « fausse » scissure sylvienne ou la « pseudo-sylvia ») (98) ;

(96) Cf. le *Catalogue*, p. 277, et fig. 154. Dans *On the Morphology*, p. 398, ELLIOT SMITH dit : "In the Arctoidea (as was long ago demonstrated by Sir William Turner, and recently confirmed by Holl and the writer, Catalogue of Royal College of Surgeons), the whole of the first arcuate gyrus is buried in the false Sylvian furrow..." Mais, comme nous l'avons vu, c'est HOLL qui a démontré l'interprétation de TURNER, qui n'était auparavant qu'une hypothèse plus ou moins probable.

(97) "... And in *Otaria* and the Seals the tendency becomes more distinctly pronounced; in other words, the anterior limb of the second arcuate *gyrus* becomes depressed and partially overlapped by the third arcuate gyrus. As a result we find a great vertical depression on the lateral aspect of the brain (fig. 161) in which the ,Ursine Sulvian fissure' and the supra-Sylvian *sulcus* are seen separated by a narrow strip of submerged second arcuate *gyrus*. The supra-sylvian *sulcus* emerges from the apex of this depression..." (*Catalogue*, etc., p. 286, b). (Cf. fig. 28 dans notre texte).

(98) Pour établir cette différence, ELLIOT SMITH invoque les deux raisons suivantes : 1. La « vraie » scissure sylvienne est une des premières à faire son apparition pendant le développement embryogénique, et 2. elle est une scissure constante, tandis que la scissure pseudosylvienne est très variable. Cela ressort du passage suivant : "... In the Primates, the two most stable furrows of the neopallium, and those to make their appearance earliest in development, are the calcarine... and the Sylvian fissure... It might reasonably be assumed therefore that, if the sulcus usually called 'Sylvian fissure' in the Carnivora were correctly so-called it would be the most constant and most precocious furrow on the outer aspect of the neopallium. But this is not so. For if the developmental history of the neopalleal sulci be studied in any Carnivore, it will le found that several sulci, such as the supra-sylvian and coronal, make their appearance long before the pseudosylvian sulcus. Then, again, if the brain be studied in the whole assemblage of Carnivora, it will be found that the suprasylvian, coronal and lateral sulci exhibit far greater stability and maintain their charakteristic features with far greater constancy than does the pseudosylvian sulcus..." (*On the Morphology*, etc.,

3. Il élargit considérablement la région de l'insula des non-Primates, en déclarant pourtant qu'il n'est pas possible d'en donner une définition exacte (99).

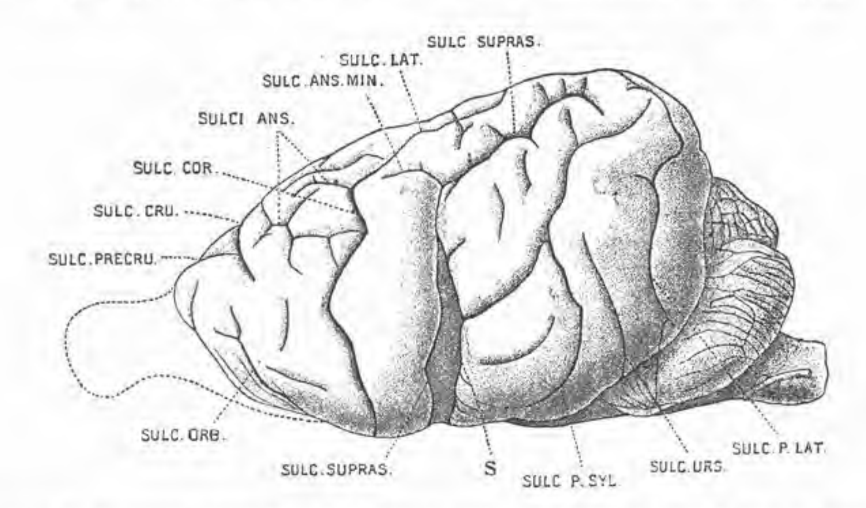


Fig. 28. — *L'hémisphère gauche du cerveau d'un Pinnipède* (Otaria gillepsii) *d'après* ELLIOT SMITH (in which the "Ursine Sylvian fissure" and the suprasylvian sulcus are seen separated by a narrow strip of submerged second arcuate gyrus).

S, Sylvian fissure ; *sulc. supras., sulcus suprasylvius ; sulc. orb., sulcus orbitalis* (= *f. præsylvia*) ; *sulc. precru., sulcus precruciatus ; sulc. cru., sulcus cruciatus ; sulc. cor., sulcus coronalis ; sulci ans., sulci ansati ; sulc. ans. min., sulcus ansatus minor ; sulc. lat., sulcus lateralis ; sulc. p. lat., sulcus postlateralis ; sulc. urs., sulcus ursinus ; sul. p. sylv., sulcus postsylvius.*

C'est la figure 161 extraite de l'ouvrage d'ELLIOT SMITH, *Catalogue*, etc., p. 286, avec son explication originale.

Sa théorie de l'insula des Primates consiste dans les cinq affirmations suivantes :

1. Le circulaire supérieur de Reil de l'Homme et des Singes correspond à la partie antérieure de la suprasylvia des autres Mammifères (100) (Cf. fig. 29) ;

p. 397-398). Et il en conclut (p. 398) : "... It is obvious that the pseudosylvian sulcus of Carnivores is in no sense homologous with the true Sylvian fissure of Primates."

Ajoutons que d'après ELLIOT SMITH : "... The simplest form of this false 'Sylvian' or pseudosylvian sulcus is seen in the Aeluroid Carnivora and *Bradypus*." (*On the homologies*, p. 314.)

Comme on le voit, la terminologie d'ELLIOT SMITH se trouve en opposition complète avec celle de HOLL. Quoique la logique se trouve du côté de ce dernier, ici, comme dans beaucoup d'autres cas analogues, la tradition a vaincu la logique, et les termes d'ELLIOTH SMITH ont été adoptés.

La priorité de HOLL dans l'établissement de la différence en question est reconnue expressément par ELLIOT SMITH : "In many mammals, such as most Carnivora, the posterior part of the hemisphere is flexed downwards on the anterior part... : the result of this bending is the development of a suprarhinal kink, which is commonly, though erroneously, termed 'Sylviau fissure' by almost every writer. Holl is the only anatomist, so far as I am aware, who recognises the fallacy of this patent error" (*On the homologies*, etc., p. 314).

Aussi dans le passage suivant (*On the Morphology*, etc., p. 398) : "Moreover, it has been shown by Holl, who has so admirably demonstrated the real nature of the so-called 'Sylvian fissure' in Carnivores and Ungulates, that..."

Eu égard à ces citations, on pourrait demander s'il n'existe pas ici une dépendance historique d'ELLIOT SMITH par rapport à HOLL. Mais d'une part, nous avons, dans un travail antérieur d'ELLIOT SMITH (littérature, nº 45, p. 335 : "The so-called Sylvian fissure in the Carnivora ought to be regarded as analogous rather than strictly homologous to the true or human Sylvian fissure") un passage d'où il ressort que l'homologie de la scissure sylvienne des Carnivores avec celle de l'Homme était pour lui déjà douteuse avant HOLL, et, d'autre part, nous avons sa déclaration formelle (Cf. note 105) qu'il est arrivé à ses résultats indépendamment de celui-ci.

(99) Cet élargissement est chez ELLIOT SMITH une conséquence de son adhésion à l'interprétation de TURNER du cerveau des Ursidés. Quant à la définition de l'insula, ELLIOT SMITH la considère pour difficile, voir impossible : "We have no certain criterion to inform us which neopalleal areas should be regarded as 'insula'. In the human brain the insula is that area of neopallium (1) which is submerged in the Sylvian fissure (2), is circumscribed (almost completely) by 'limiting' sulci, (3) is applied to the lateral aspect of the nucleus lenticularis, and (4) is split to form a claustrum. If we adopt any of these criteria in the Lemurs, the region so mapped out will fulfill none of the others three conditions." (*On the Morphology*, etc., p. 412.)

(100) Dans le *Catalogue*, ELLIOT SMITH affirme tout simplement que le circulaire supérieur de Reil est homologue à la supra sylvia : "The Sylvian fissure... is really a great cleft... formed by the meeting of the peripheral opercular lips of three sulci.. The most stable of these three sulci, and therefore that which takes the chief share in the development of the Sylvian fissure

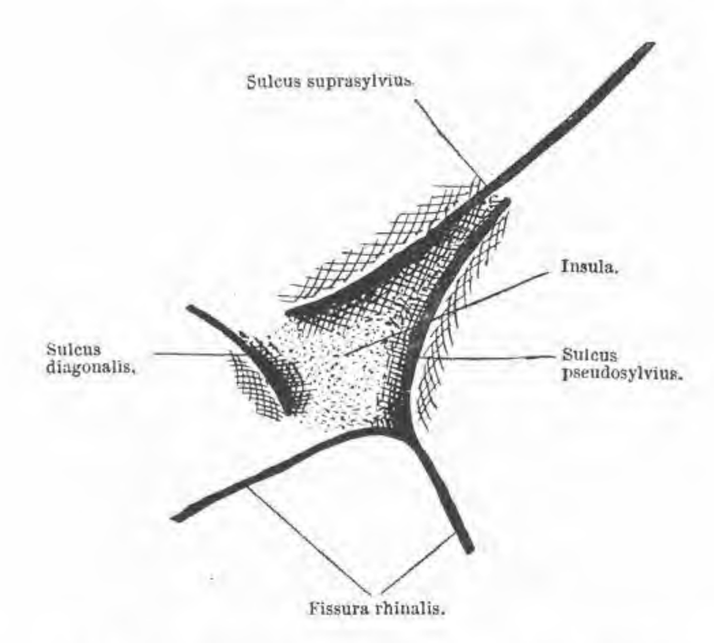


Fig. 29. — *A Scheme showing the arrangement of the three elements of the Sylvian fissure.* C'est la figure 3 extraite de l'article d'ELLIOT SMITH sur les homologies des plissements cérébraux (p. 316).

is that called 'suprasylvian' in most mammals... a comparison of a large series of Ape-brains seems to clearly demonstrate, that the dorsal limiting sulcus of the insula is no other than the suprasylvian sulcus" (p. 471-472).

Dans *On the Morphology*, l'homologie en question est précisée en ce sens, que c'est la partie antérieure de la suprasylvia qui correspond au circulaire supérieur de Reil : "The most revolutionary and novel suggestion in the foregoing discussion is the homology of the suprasylvian sulcus of mammals in general partly with the superior limitiurg sulcus and partly with the upper (or posterior) part of the Sylvian fissure of the Lemurs and Apes." (*On the Morphology*, etc., p. 409.)

Dans ce mémoire se trouve aussi la démonstration d'ELLIOT SMITH pour l'homologie en question. Cette démonstration peut être brièvement résumée de la façon suivante. La suprasylvia du cerveau des non-Primates est une scissure si constante de ce cerveau qu'il n'est pas possible de supposer qu'une scissure homologue n'existe pas chez l'Homme et chez les Singes. Comme il est impossible de trouver une scissure homologue sur la surface visible du cerveau de l'Homme, cette scissure doit être cherchée parmi celles de l'insula. Et c'est le circulaire supérieur de Reil seul qui, par sa position, peut y correspondre.

Voici les passages qui contiennent cette démonstration : "Such an interpretation of the morphology of the cerebral sulci has never been suggested hitherto; and yet I believe that, if the identity of these two sulci be denied, it is impossible to homologize the majority of the sulci in the brain of the Primates with those of other mammals. For if the furrow which is deepest, most stable, and most precocious in the Carnivora, Ungulata and Edentata is not represented in the Primates, and, moreover, by that particular sulcus which is also most constant and develops earliest, then it is utterly futile to seek for the homologues of the other more variable sulci." (*On the Morphology*, etc., p. 409.)

Ce passage devient plus clair quand on le compare au passage suivant de *On the Homologies*, p. 318 : "The fact that the suprasylvian sulcus is the most stable and precocious furrow in the Mammalia naturally suggests the possibility that it may represent or take some share in the formation of the furrow wihch is also the most stable and precocious sulcus in the brain of the Primates, in other words, the, Sylvian fissure'." (*On the Homologies*, etc., p. 318.)

Et il est complété par le passage suivant : "The only writer (ZIEHEN) who has seriously attempted to homologize the Prosimian sulci with those of other mammals... found representatives in the Primate brain for the lateral, coronal, ansate, crucial, presylvian..., and yet imagined that the most stable and deepest sulcus of the Carnivora—the suprasylvian *sulcus*—was missing when so many unimportant sulci are reproduced. Such a suggestion is utterly inconceivable; and... the conclusion must be forced upon us that either the suprasylvian sulcus is merged in the Sylvian complex, or it is impossible to institute exact comparisons between ihe sulci of the Primates and any other mammals." (*On the Morphology*, etc., p. 409).

En invoquant aussi les faits physiologiques (*On the Morphology*, p. 410), ELLIOT SMITH termine son argumentation par ce passage (p. 410) : "Moreover, this wholly unexpected support from the physiologists is the last link in a long chain of irrefutable evidence (only a few links of which have been incorporated in these notes) that the upper (caudal) part of the Sylvian fissure of the Primates and the dorsal limiting sulcus of Reil (the 'opercular sulcus' of Marchand) reprensent the suprasylvian sulcus of quadrupeds."

Enfin, dans son article *A note on an exceptional humain Brain*, en s'appuyant sur un cas exceptionnel du cerveau d'un Fœtus humain (Cf. fig. 34 dans notre texte), ELLIOT SMITH affirme que le *ramus horizontalis* (*ascendens*) *fissuræ Sylvii* de l'Homme correspond à la partie antérieure de *sulcus suprasylvius*, dont la lèvre supérieure constitue l'«opercule dorsal» (*loc. cit.*, p. 159 et 160).

A la fin de cet article, ELLIOT SMITH annonce la publication prochaine d'un mémoire sur le cerveau humain, dont il n'a publié que la partie concernant le lobe occipital (1904).

2. Le circulaire postérieur de Reil des Primates correspond à la pseudosylvia des autres Mammifères (101) (comp. fig. 29, 30, 31, 32 et 33) ;

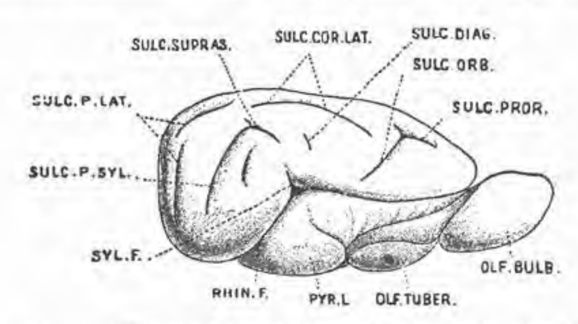


Fig. 30. — *(The right hemisphere of) the brain of a Great Anteater (Myrmecophaga jubata).*

olf. bulb., bulbus olfactorius ; olf. tuber., tuberculum olfactorium ; pyr. l., lobus pyriformis ; rhin. f., rhinal fissure ; Sul. F., Sylvian fissure ; *sulc. p. sylv., sulcus postsylvius ; sulc. p. lat., sulci postlaterales ; sulc. supras., sulcus suprasylvius ; sulc. cor. lat., sulcus corono-lateralis ; sulc. diag., sulcus diagonalis ; sulc. orb., sulcus orbitalis (= f. præsylvia) ; sulc. pror., prorean sulcus.*

C'est la figure 95 (renversée dans l'original) extraite de l'ouvrage d'Elliot Smith, *Catalogue* etc., p. 223 (avec son explication originale).

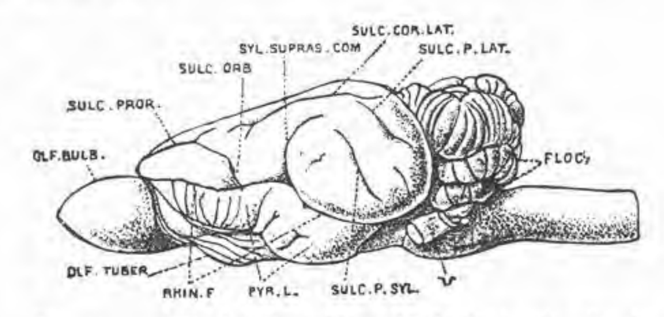


Fig. 31. — *(The left hemisphere of) the brain of a Great Anteater (Myrmecophaga jubata).*

olf. bub., bulbus olfactorius ; olf. tuber., tuberculum olfactorium ; pyr. l., lobus pyriformis ; rhin. f., rhinal fissure ; *sulc. pror.,* prorean sulcus ; *sulc. orb., sulcus orbitalis (= f. præsylvia) ; syl. supras. com.,* sylvio-suprasylvian complex ; *sulc. cor. lat., sulcus corono-lateralis ; sulc. p. lat., sulcus postlateralis ; sulc. p. sylv., sulcus postsylvius.*

C'est la figure 96 extraite de l'ouvrage d'Elliot Smith, *Catalogue* (etc., p. 225), avec son explication originale.

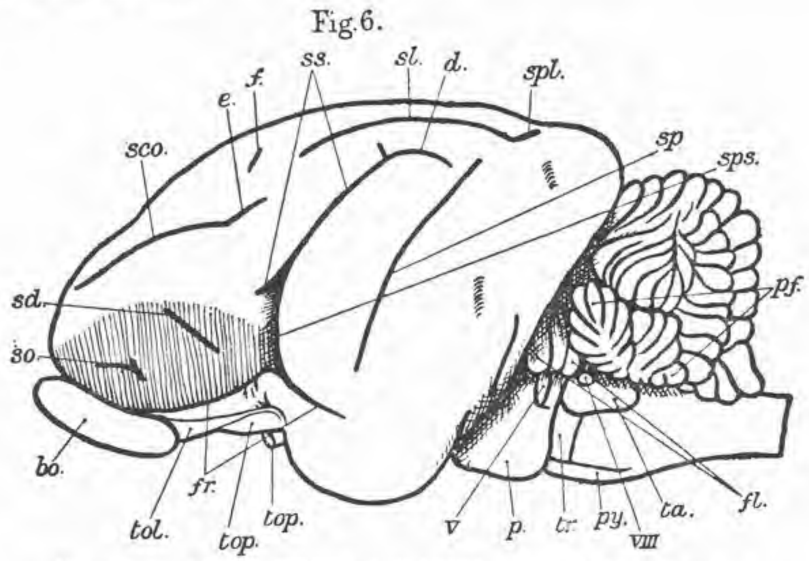


Fig. 32. — Lemur fulvus. *Left lateral aspect of the brain.* × 2.

fr., fissura rhinalis ; ss., sulcus suprasylvius ; sps., sulcus pseudo sylvius.

C'est la figure 6 extraite du mémoire d'Elliot Smith sur le cerveau des Mammifères, p. 330, avec son explication originale abrégée.

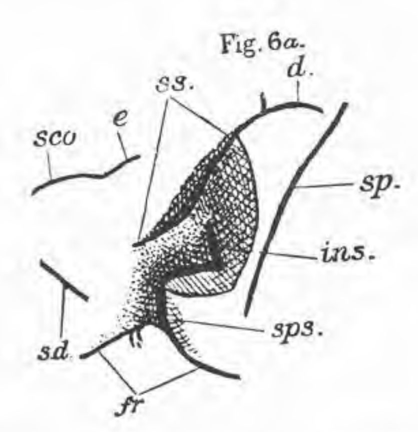


Fig. 33. — *Part of the same (fig. 32) after removal of part of the caudal opercular lip of the sulcus pseudosylvius.* × 2.

fr., fissura rhinalis ; ss., sulcus suprasylvius ; ins., insula ; sps., sulcus pseudosylvius.

C'est la figure 6*a* faisant suite à la figure 6 dans le mémoire d'Elliot Smith sur le cerveau des Mammifères.

(101) La démonstration d'Elliot Smith pour cette deuxième affirmation est moins claire que celle pour la première. Cependant elle peut être reconstruite, au moins partiellement, en se servant des passages suivants.

Il y a d'abord un rapprochement de la scissure suprasylvienne à la scissure pseudosylvienne : "There is also a pronounced tendency in many Bears and in the Arctoidea generally for the suprasylvian sulcus to approach the pseudosylvian sulcus. In most Seals the cortical area which separates these two furrows becomes submerged so that the suprasylvian sulcus appears to be swept into the pseudo-sylvian cleft." (*On the homologies*, etc., p. 315.)

Ensuite les deux scissures s'unissent l'une à l'autre : "In the Edentate *Myrmecophaga* and the Rodent *Dolichotis* the narrow area separating the suprasylvian and pseudo-sylvian furrows becomes submerged so that the two sulci seem to blend and form one sulcus." (*On the Homologies*, p. 315.) Le cerveau de *Myrmecophaga*, figuré dans les figures 30 et 31, est surtout important à cet égard : "The chief interest of this brain is the wide separation of the so-called 'Sylvian fissure' and the suprasylvian sulcus

3. Le circulaire antérieur de Reil de l'Homme correspond au sillon fronto-orbitaire des Singes (102) (MARCHAND-CUNNINGHAM) (Cf. fig. 34) ;

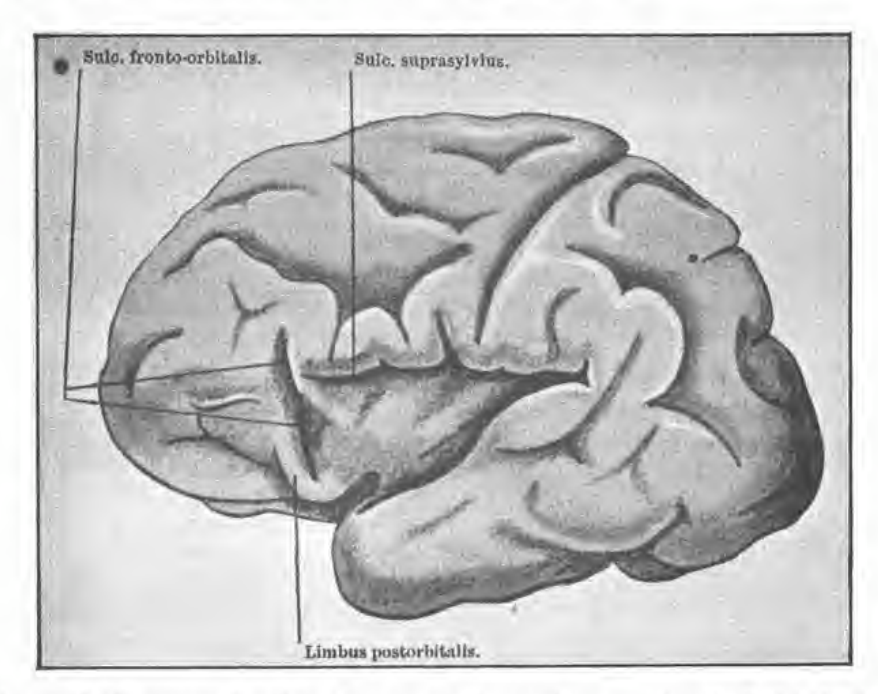


Fig. 34. — *L'hémisphère gauche du cerveau d'un fœtus humain avec le circulaire antérieur de Reil (sulc. fronto-orbitalis) prolongé en haut et séparé du circulaire supérieur (sulc. suprasylvius) par un pli de passage.*

C'est la figure extraite de la note d'ELLIOT SMITH, citée littérature, nº 49.

in the right hemisphere. The condition almost always found in *Myrmecophaga* is seen on the left hemisphere. There the so-called 'Sylvian fissure' and the suprasylvian sulcus have become confluent so as to form a long, deep sulcus extending almost as far as the lateral sulcus...The confluence of these two elements to form a Sylvio-suprasylvian complex is of great interest, because there are many reasons for believing that a similar fusion takes place in the Primates. If this be so, the 'Sylvio-suprasylvian' complex of the Anteater is the nearest approach to the condition of the true Sylvian fissure of the Primates." (*Catalogue, etc.*, p. 224 et p. 471 ; cf. aussi *On the Morphology*, p. 410 en connexité avec p. 403.)

Enfin, l'espace situé entre les deux scissures s'abaisse et s'operculise chez le Lemur : "If the lips of these sulci be separated, it will be found that the *sulcus pseudosylvius* cuts deeply backward into the hemisphere, so that its posterior lip forms an operculum... which overlaps a depressed area (fig. 6*a*). The lower part of the *sulcus suprasylvius* overlaps the s. *pseudosylvius* (fig. 6), and the anterior lip of this part of the furrow is also slightly operculated. Hence there is an area... submerged and hidden from view by the anterior opercular lip of the suprasylvian and the posterior opercular lip of the pseudosylvien sulci (fig. 6*a*)..." (*On the Morphology*, p. 333; cf. fig. 32 et fig. 33 dans notre texte.)

En s'appuyant sur les faits cités, ELLIOT SMITH conclut : "The Sylvian fissure of the Primates is formed by the posterior opercular lip of the pseudosylvian sulcus extending forward (upward) to meet the anterior (dorsal) opercular lip of the lower part of the suprasylvian sulcus. The peculiar form of the 'fissure' is determined by the pseudosylvian sulcus, and its dorso-anterior limit becomes fixed by the stable suprasylvian sulcus." (*On the Homologies*, etc., p. 315.) Et ailleurs : "Although the pseudo-sylvian sulcus has a morphological importance and stability which are immeasurably less then that of the suprasylvian sulcus, it is obvious that it is the former which is the chief determinant of the peculiar 'Sylvian formation'... The suprasylvian sulcus, however, adds stability to a region which in other mammals is notoriously variable and fickle." (*On the Morphology*, etc., p. 411.)

La manière dont s'opère la formation de la scissure sylvienne (secondaire) chez les Primates est ainsi décrite par ELLIOT SMITH : "... In other words, a kink-like furrow—the unstable pseudo-sylvian sulcus—is formed by the flexure of the hemipshere. It tends as it deepens to draw into itself an increasing area of neopallium in front of the bend, until it reaches the situation of the deep stable suprasylvian sulcus, which finally limits this process. Thus the suprasylvian sulcus comes to form the dorsal limiting furrow (MARCHAND's opercular sulcus) of the island of Reil (fig. 3)..." (*On the Homologies*, p. 315 ; cf. fig. 29 dans notre texte.)

(102) "Between the orbital sulcus and the lower end of the Sylvian fissure we occasionally find a furrow in the Lemurs and the New-World Apes and generally in the Old-World Apes : this is the fronto-orbital sulcus. With regard to this homology in the Lemurs, I quite agree with Ziehen. But, on the other hand, the evidence which I have been able to collect points conclusively to the truth of the suggestion of Eberstaller and Cunningham, that the fronto-orbital sulcus of the Apes (and Lemurs) is the anterior limiting sulcus of the insula of the human brain." (*On the Morphology*, etc., p. 407.)

Dans *A note on an exceptional human Brain*, ELLIOT SMITH a apporté pour l'homologie en question une preuve nouvelle et

4. Le sillon fronto-orbitaire des Singes et le circulaire antérieur de Reil de l'Homme correspondent au sillon diagonal des autres Mammifères (103) (Cf. fig. 35) ;

5. Il existe un processus progressif d'operculisation de l'insula de *Chiromys* à l'Homme (104).

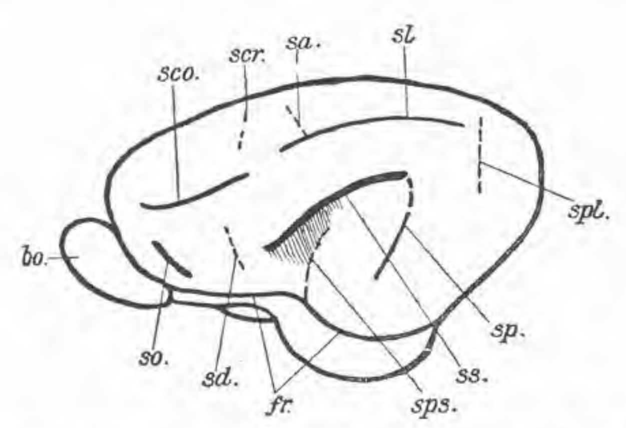


Fig. 35. — *A scheme representing the sulci common to most Mammalia.*

bo., bulbus olfactorius ; so., sulcus orbitalis (= f. *præsylvia*) ; *sd., sulcus diagonalis ; fr., fissura rhinalis ; sps., sulcus pseudosylvius ; ss., sulcus suprasylvius ; sp., sulcus postsylvius ; spl., sulcus postlateralis ; sl., sulcus lateralis ; sa., sulcus ansatus ; scr., sulcus cruciatus ; sco., sulcus coronalis.*

C'est la figure 60 (identique quant au nombre des plissements à la figure 57, "representing the sulci in a hypothetical generalized Carnivore") extraite du mémoire d'Elliot Smith sur le cerveau des Mammifères, p. 408, avec son explication originale

importante : il y constate sur l'hémisphère gauche du cerveau d'un fœtus humain (Cf. fig. 34 dans notre texte) que "the anterior limiting sulcus of the island of Reil was prolonged upward beyond the insular region in exactly the same way as the fronto-orbital sulcus... is disposed in the genera *Hylobates, Simia*, and *Anthropopithecus*" (*loc. cit.*, p. 158).

En connexité avec ce fait, Elliot Smith affirme que le *ramus ascendens* (*anterior*) *fissuræ Sylvii* ne peut pas être déclaré homologue (comme on pourrait le faire) à la partie supérieure du sillon fronto-arbitaire (p. 158), mais qu'il représente (p. 159-160) une formation secondaire produite par l'inflexion de l'opercule frontal (partie antérieure de l'opercule dorsal ; cf. note 100), cette inflexion produisant "a kink in front of Eberstaller's diagonal sulcus" (p. 160).

(103) Que le sillon fronto-orbitaire des Singes correspond au sillon diagonal des non-Primates, Elliot Smith l'affirme en se basant sur les faits suivants : 1° la plupart des Prosimiens ne possèdent pas le sillon fronto-orbitaire ; 2° la scissure præsylvienne des non-Primates (qu'il appelle *sulcus orbitalis*) doit être homologue au « sillon orbitaire » des Primates ; 3° la position du sillon diagonal est la même que celle du sillon fronto-orbitaire. Ces faits se trouvent exposés dans les trois passages suivants :

"The only writer who has attempted to seek for the common mammalian homologue of this fronto-orbital sulcus of the Lemurs is Ziehen. He came to the conclusion that it represented the presylvian (orbital) sulcus of other mammals ; but the fallacy of his argument is patent and capable of easy refutation... on the other band, he suggests the identity of the exceedingly stable presylvian (orbital) sulcus of the Carnivora with the fronto-orbital sulcus which is found only in the genera *Lemur, Propithecus* and *Indris* of all the Prosimiæ, and not constantly even in these." (*On the Morphology*, etc., p. 406.)

"... The orbital (presylvian) sulcus is perhaps the most constant sulcus (in the neopallium) in the Mammalia... It is therefore highly improbable that such a stable sulcus should either be entirely absent or be represented by an inconstant element in the Primates. Moreover, the brain of the Primates possesses a sulcus in the same position in the hemisphere as the presylvian occupies in other mammals ; and this sulcus is the most constant furrow in front of the Sylvian fissure. This can be no other than the orbital sulcus (the 'triradiate' sulcus of Turner ; the 'presylvian' sulcus of Owen). The correctness of this indentity of presylvian and orbital sulci becomes more conclusively demonstrated as the range of comparison increases..." (*On the Morphology*, etc., p. 406.)

"In most Ungulates, in many Carnivores, and in the Bradypodidæ and *Myrmecophaga*, a small oblique sulcus makes its appearance in the position exactly corresponding to that occupied by the fronto-orbital sulcus in the Primates : it is called the diagonal sulcus (Krueg), and is placed between the orbital and the suprasylivan sulci... The probability that 'diagonal', 'fronto-orbital' and 'anterior limiting' are merely different names for the corresponding furrows in different mammals is immeasurably greater than the reverse." (*On the Morphology*, etc., p. 407.)

(104) Ce processus est décrit par Elliot Smith de la manière suivante : " ... The brain of *Chiromys* clearly demonstrates that the Prosimian Sylvian fissure may become broken up into two furrows, the more dorsal of which is obviously and unquestionably the suprasylvian sulcus, and the other is the analogue of the unstable feline type of pseudosylvian sulcus..." (*On the homologies*, etc., p. 317.)

"The lower end of the suprasylvian sulcus in the Lemurs overlaps the upper part of a pseudosylvian sulcus (of the feline type), the gyrus between the two sulci becomes submerged, and the resulting sulcus we now call the 'Sylvian fissure'... " (*Catalogue*, etc., p. 472 ; cf. fig. 32 et 33).

"In the Apes the submerged area increass in extent and is called the 'insula...' (*ib.*).

Si nous comparons maintenant la théorie de l'insula des Primates d'ELLIOT SMITH avec celle de HOLL, nous constaterons que la suprasylvia ne joue aucun rôle dans les deux théories de HOLL, tandis que c'est l'ectosylvia qui ne joue aucun rôle dans celle d'ELLIOT SMITH (105). Cette différence fondamentale provient du point de départ différent de leurs théories : tandis que pour HOLL le cerveau des Carnivores constitue ce point de départ, c'est un type généralisé des non-Primates qu'il faut prendre pour point de départ d'après ELLIOT SMITH (106) (cf. fig. 35), un type dont s'approchent, parmi les types vivants, entre autres les Édentés (107).

3. GUSTAF RETZIUS

Ce fameux anatomiste suédois du cerveau a vivement critiqué la première théorie de HOLL concernant l'insula de l'Homme et des Singes dans son article *Zur Morphologie der Insula Reilii*, publié l'année 1902 (littérature, n° 53).

RETZIUS affirme d'abord que la manière de voir de MARCHAND et de HOLL sur l'importance des scissures centrale et longitudinale n'est pas exacte : c'est le central qui, d'après lui, représente la scissure principale de l'insula, et ceci non seulement parce qu'il apparaît le premier au cours du développement embryogénique, mais aussi parce qu'il est plus fréquent et plus régulier que le longitudinal chez les adultes (108).

Ensuite, RETZIUS considère la première théorie insulaire de HOLL (sa *Bogeniwndungs-*

"In the human brain this process of operculation generally leads to the complete covering of the insula..." (*ib.*, p. 472-473; cf. aussi *On the Homologies*, p. 315-316, et *On the Morphology*, p. 411-412).

(105) ELLIOT SMITH s'oppose directement à la doctrine de HOLL sur l'ectosylvia : "Quite recently Holl rocognized that the 'Sylvian fissure' of *Lemur* is composed of two separate sulci ; but he suggested the ectosylvian and not the suprasylvian, as the dorsal element." (*On the Morphology*, etc., p. 409.)

Et dans la note publiée l'année 1919 (littérature n° 50) en réponse à un article d'E. LANDAU (littérature, n° 74), en repoussant toute dépendance de sa théorie de celle de HOLL ["whereas my interpretation was framed quite independently of HOLL's work and before Holl's memoirs were published) *loc. cit.*, p. 361], ELLIOT SMITH fait la remarque suivante : "In the first mentioned of these three memoirs (dans *On the Morphology*, etc.) I explained in detail my reasons for regarding the suprasylvian sulcus of Carnivores as homologous 'partly with the superior limiting sulcus (of the insula) and partly with the upper (or posterior) part of the Sylvian fissures of Lemurs and Apes' (p. 409), whereas Holl attributed to the ectosylvian sulcus the rôle which I assigned to the suprasylvian." (*Ibid.*)

(106) En parlant des différents auteurs qui ont essayé (avant lui) d'homologiser les scissures dans les différents ordres de Mammifères, ELLIOT SMITH fait la remarque suivante (*On the Morphology*, p. 397) : "It will be noticed that all of these writers (as well as those who arrive at negative results) attempt to institute direct comparisons between highly specialised representatives of the Carnivore like the Dog and Cat and the higher Apes. No writer has taken the obvious precaution of testing the accuracy of his suggestions by an appeal to the simplest and most generalised types in the two Orders..."

"If we review the whole Ungulate Order so as to determine the constant sulci, it will be found that those furrows only will be picked out which, as the evidence of embryology shows, represent those also found in the hypothetical primitive Carnivore.

If we next examine the Edentata the same fundamental plan of sulci is again found" (*loc. cit.*, p. 402).

Ce plan fondamental est représenté dans la figure 35. L'ectosylvia n'y existe pas : "The etosylvian sulci are features of little morphological importance, and are to be regarded as furrows compensatory to the pseudosylvian sulcus" (*loc. cit.*, p. 399).

(107) Et ceci surtout à cause du manque presque total de l'ectosylvia chez eux.

L'importance du cerveau des Édentés (auquel ELLIOT SMITH avait consacré l'un de ses premiers mémoires ; cf. littérature, n° 45) au point de vue morphologique est si grand qu'ELLIOT SMITH déclare le cerveau de *Myrmecophaga* être "one of the most interesting and instructive brains in the whote mammalian series" (*On the Morphology*, p. 402).

(108) "Aus dieser ganzen Darstellung geht nun unzweideutig hervor, dass der *Sulcus centralis insulæ die bei Weiten regelmässigste*, sowie in der Regel tiefste und am frühesten entstehende unter den beiden Furchen ist. Der *Sulcus centralis* stellt in der That beim Menschen eine ausserordentlich reguläre Gehirnfurche dar, während dagegen der *Sulcus retrocentralis eine, sowohl in Bezug auf seinen Verlauf als auf seine Ausbildung und Zusammensetzung, in hochstem Grade wechselnde Furche* ist, v. A. wenn man ihn als eine typische oder Haupfturche auffassen will" (*loc. cit.*, p. 18).

theorie) comme non prouvée (109). Et les faits du cerveau des Singes ne la confirment pas (110).

En outre, RETZIUS a apporté des contributions importantes à la connaissance de différentes formes de l'insula chez l'Homme et chez les Singes, non seulement dans l'article cité, mais aussi dans les deux grands ouvrages qu'il a publiés sur le cerveau de l'Homme et des Singes (111) (Cf. littérature, n°s 52 et 54).

4. RAOUL ANTHONY

HOLL et ELLIOT SMITH ont trouvé un successeur et un continuateur digne d'eux en l'anatomiste français R. ANTHONY, qui a publié ses travaux consacrés à l'insula de l'Homme et des Singes d'abord en collaboration avec le Dr A. S. DE SANTA MARIA. Mais, comme ANTHONY a publié plus tard des travaux sur le cerveau, ou seul ou en collaboration avec d'autres auteurs que SANTA MARIA, et que nous ne pouvons pas déterminer la part des autres auteurs, nous exposerons, dans ce qui suit, les résultats de tous ces travaux sous le nom de R. ANTHONY.

Dans la première des six études qu'il a publiées en collaboration avec A. DE SANTA MARIA (littérature, n° 55), ANTHONY accepte la manière de voir de MARCHAND et de HOLL [qu'il cite dans sa deuxième étude (112)] sur l'homologie du sillon fronto-orbitaire des Singes avec la scissure præsylvienne des non-Primates et (en s'inspirant de MARCHAND et de HOLL, desquels il s'éloigne ici partiellement), il affirme que le *gyrus reuniens* du cerveau des Carnivores est homologue à l'insula antérieure (des auteurs) chez l'Homme et chez les Singes.

La deuxième étude, publiée l'année 1912 (littérature, n° 56), nous apporte la division importante de la surface du néopallium en territoire central et territoire périphérique, et elle nous expose tout un programme de travaux futurs sur les homologies.

Dans la troisième étude, publiée la même année (littérature, n° 57), ANTHONY apporte

(109) « Die Bogenwindungstheorie von MARCHAND und HOLL enthält aber doch möglicherweise einen Kern von Wahrheit, und jedenfalls ist ihre Erörterung nicht ohne Interesse gewesen. Um aber diese Theorie als sicher und feststehend annehmen zu können, braucht man, meiner Ansicht nach, viel sicherere Beweise als die bisher vorgelegten. Die hier eben erörterten Verhältnisse beim MENSCHEN scheinen doch in der That nicht für die Wahrheit der Theorie zu sprechen » (*loc. cit.*, p. 18).

(110) « Es bleibt nun noch übrig, die entsprechenden Verhältnisse bei den AFFEN zu berühren, um so viel mehr als sich MARCHAND und HOLL besonders viel auf diese stützen...

» Die Befunde an den Oranggehirnen geben kaum eine Stütze für die fragliche Bogenwindungstheorie. Eher die Befunde an den Chimpansegehirnen, in deren Insula eine lange Furche vorkommt, die als dem *Sulcus retrocentralis* (*S. longitudinalis*) entsprechend betrachtet werden könnte. Dagegen scheinen mir die Verhätlnisse bei *Hylobates* und den anderen Affen und Halbaffen gar nicht für die betreffende Theorie zu sprechen, vielmehr gegen dieselbe" (*loc. cit.*, p. 18-19).

(111) L'importance de RETZIUS à cet égard est reconnue surtout par HOLL. Dans l'introduction de sa dernière étude (littérature, n° 44), HOLL dit : "Für die Untersuchungen an Affeninseln diente vornehmlich die beträchliche Anzahl von Affeninseln, welche RETZIUS in seinem Werke « Das Affenhirn » abgebildet hat. Ohne diese naturgetreuen Abbildungen... wäre mir die Ausführung der Untersuchungen ganz unmöglich gewesen... auch die zahlreichen vortretflichen Abbildungen von Inseln, die RETZIUS in seinen Werken : « Das Menschenhirn » und « Die Morphologie der Insula Reili » veröffentlichte, bildete eine besonders willkommene Ergänzung meines Materials... » (*loc. cit.*, p. 265).

(112) En effet, dans cette deuxième étude (littérature, n° 56), ANTHONY reconnaît expressément la priorité de MARCHAND : " Præsylvia = sillon fronto-orbitaire chez les Singes (MARCHAND)... ELLIOT SMITH assimile la præsylvia à l'orbitaire interne. Nous dirons ailleurs les raisons qui nous font préférer la manière de voir de MARCHADD à celle du savant anatomiste anglais» (*loc. cit.*, p. 239).

ses preuves pour l'affirmation de la première étude sur l'homologie du *gyrus reuniens* avec l'insula antérieure des auteurs, et il ajoute que le *sulcus transversus gyri reunientis* représente une formation nouvelle continuant la suprasylvia en avant.

Dans la quatrième étude (littérature, n° 58), ANTHONY veut établir que le circulaire supérieur de Reil ne coïncide pas avec la suprasylvia.

Dans la cinquième étude, publiée la même année que les trois précédentes (littérature, n° 59), se trouve exposée l'importance morphologique des différentes parties de l'opercule supérieur de l'Homme et l'operculisation progressive de l'insula des Primates.

Enfin, dans la sixième étude publiée l'année 1913 (littérature, n° 60), on trouve une description détaillée du territoire central chez *Lepilemur* et (p. 28-33) une comparaison de ce territoire avec la région correspondante chez le *Lemur*.

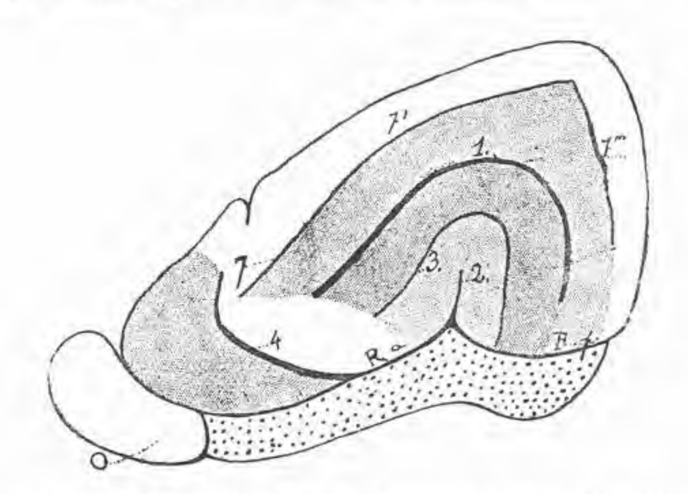


Fig. 36. — *Schéma du télencéphale chez un Carnassier (type de Canidé). Face externe.*

Pointillé : Lobe piriforme ; grisé foncé : dép. ectosylvien et orbitaire ; grisé clair : dép. sylvien et suprasylvien ; blanc : dép. du *gyrus reuniens* et sagittal ; O, lobe olfactif ; R. *a.*, sc. rhinale ant. ; R. *p.*, sc. rhinale post. ; 1, sc. suprasylvienne ; 2, sc. sylvienne primitive ; 3, sc. ectosylvienne ; 4, præsylvia ; 7, 7', 7'', sc. corono-latérale.

C'est la figure 21 extraite de l'article de R. ANTHONY et A. S. DE SANTA-MARIA, *Essai d'un nouveau plan descriptif du cerveau*, etc., p. 239, avec son explication originale.

Les résultats de ces six études (qui ont été résumés et complétés par ANTHONY dans plusieurs de ses travaux ultérieurs cf. littérature, nos 61, 62 et 66) peuvent être résumés de la façon suivante :

1. Le circulaire antérieur de Reil de l'Homme et le fronto-orbitaire des Singes correspondent à la præsylvia des autres Mammifères (113) (MARCHAND, CUNNINGHAM, HOLL) ;

2. L'insula antérieure correspond au *gyrus reuniens* (Cf. fig. 36) des autres Mammifères (dans cette homologation, ANTHONY s'est inspiré partiellement de MARCHAND et de HOLL (114) ;

(113) Cf. la note précédente.

(114) Tandis que MARCHAND affirme l'homologie du *gyrus reuniens* avec l'insula antérieure située devant le *sulcus brevis anterior*, ANTHONY l'étend jusqu'au sillon central.

Les raisons pour cette homologation qu'il énumère dans *Considérations*, etc., sont les suivantes : « 1. Chez les Anthropoïdes..., l'insula antérieure est... superficielle dans toute sa région antérieure... De plus, dans cette région, elle communique largement avec l'étage sous-rostral du lobe frontal...

Ce double caractère rend l'insula antérieure tout à fait comparable au grand pli de passage centro-périphérique qu'est le *gyrus reuniens* des Canidés et des Félidés.

3. Le circulaire postérieur de Reil de l'Homme et des Singes correspond à la pseudosylvia des autres Mammifères (115) (ELLIOT SMITH) ;

4. Le circulaire supérieur de Reil de l'Homme correspond, dans sa partie postérieure, à la partie antérieure de la suprasylvia des autres Mammifères [ici ANTHONY accepte partiellement l'homologation proposée par ELLIOT SMITH (116)], tandis que sa partie antérieure (*sulcus transversus gyri reunientis*) est une formation nouvelle (117)] (Cf. fig. 37) ;

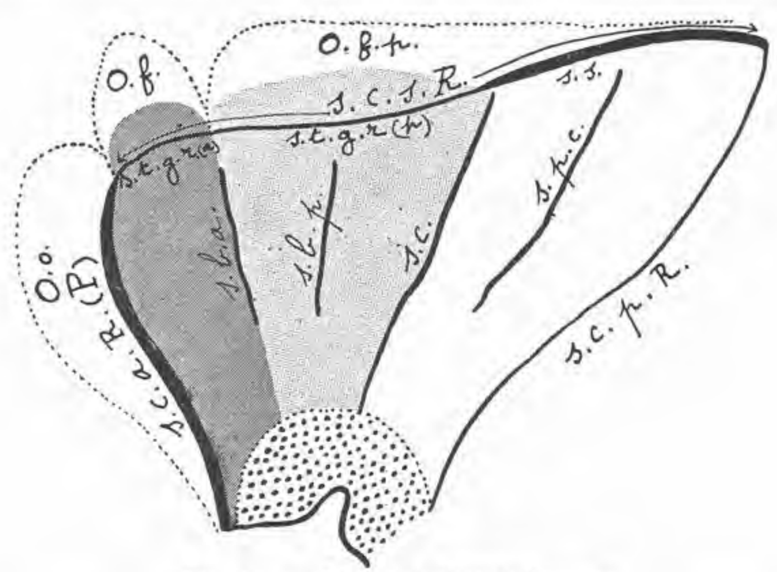


Fig. 37. — *Schéma de l'insula humaine.*

Pointillé : *Area piriformis* ; blanc : insula postérieure ; grisés : insula antérieure = *gyrus reuniens*, dont le territoire dépasse le s. circulaire supérieur de Reil ; grisé clair : insula moyenne de Holl ; grisé foncé : insula antérieure de Marchand ; O. *f. p.*, opercule fronto-pariétal ; O. *f.*, opercule frontal. ; O. *o.*, opercule orbitaire ; S. *c. a.* R (P.), sillon circulaire antérieure de Reil (præsylvia) ; S. *c. s.* R., sillon circulaire supérieur de Reil ; *s. s.*, scissure suprasylvienne ; *s. t. g. r.*, *sulcus transversus gyri reunientis* : (*p*) partie postérieure, (*a*) partie antérieure ; S. *p. c.*, sillon postcentral (longitudinal) ; *s. c.*, sillon central ; *s. b. p.*, *sulcus brevis posterior* ; *s. b. a.*, *sulcus brevis anterior*.

C'est la figure 1 extraite du mémoire de R. ANTHONY et A. S. DE SANTA-MARIA intitulé *Considérations sur la signification morphologique et l'operculisation de l'insula antérieure*, avec son explication originale.

2. Le *sillon fronto-orbitaire* qui... limite en avant l'insula antérieure a été reconnu par MARCHAND comme étant l'homologue de la præsylvia des non Primates... Il présente en effet exactement les mêmes rapports avec l'*avant-mur*...

3. L'insula antérieure affecte avec les deux circonvolutions de l'insula postérieure, qui nous semblent pouvoir être assimilées aux bras antérieurs des circonvolutions 1 et 2 des Carnassiers, des rapports comparables à ceux que le *gyrus reuniens* présente avec les mêmes circonvolutions chez les non-Primates.

4. Elle affecte enfin avec le rhinencéphale (*area piriformis*) les mêmes rapports que le *gyrus reuniens...* » (*loc. cit.*, p. 145-146).

Le *gyrus reuniens* est visible dans la figure 36 (région blanche derrière la præsylvia) et dans la figure 42, R.

(115) La pseudosylvia est appelée par ANTHONY aussi scissure sylvienne primitive. Pour l'homologie en question, ANTHONY n'apporte pas des preuves nouvelles. Ce n'est que tout récemment, dans son Anatomie comparée du cerveau (littérature, nº 65) qu'il cite des cas de fœtus du cerveau humain (d'après RETZIUS), où la pseudosylvia apparaît à une époque quand l'insula est encore une surface lisse (*loc. cit.*, p. 279-280, et fig. 172 et 173).

(116) En acceptant cette homologie d'ELLIOT SMITH, ANTHONY n'en apporte pas non plus de preuves nouvelles : « Au cours de plusieurs de ces publications énumérées à la fin de ce travail, G. ELLIOT SMITH, s'appuyant sur des arguments d'une grande valeur persuasive, a assimilé le circulaire supérieur de Reil à la suprasylvia des non-Primates » (*Le circulaire supérieur de Reil*, etc., p. 277).

(117) Le passage de la note précédente se continue immédiatement comme suit : « Cette manière de voir, exacte dans son principe, nous paraît cependant avoir besoin d'être précisée, et nous espérons établir, au cours de la présente étude, que chez l'Homme et chez les Singes :

1º Le sillon circulaire supérieur de Reil (*c. s.* R) ne correspond pas tout entier à la suprasylvia (*s*) ;

2º La suprasylvia (*s*) ne correspond pas tout entière au circulaire supérieur de Reil (*c. s.* R.) » (*loc. cit.*, p. 277).

Après avoir motivé la première de ces deux affirmations dans son étude *Considérations*, etc. (p. 146-152), ANTHONY conclut :

« Le sillon circulaire supérieur de Reil de l'Homme peut donc, au point de vue morphologique général, être décomposé ainsi :

1º Partie postérieure correspondant à l'insula postérieure (bras antérieurs des circonvolutions 1 et 2 des non-Primates) et s'étendant du circulaire postérieur de Reil au central = sc. suprasylvienne des non Primates (*pars*) ;

5. La partie postérieure de la suprasylvia se compose, chez l'Homme (fig. 38) et aussi chez les Singes (fig. 39), d'une partie directe et d'une partie réfléchie (118) (sillon temporo-pariétal I) ;

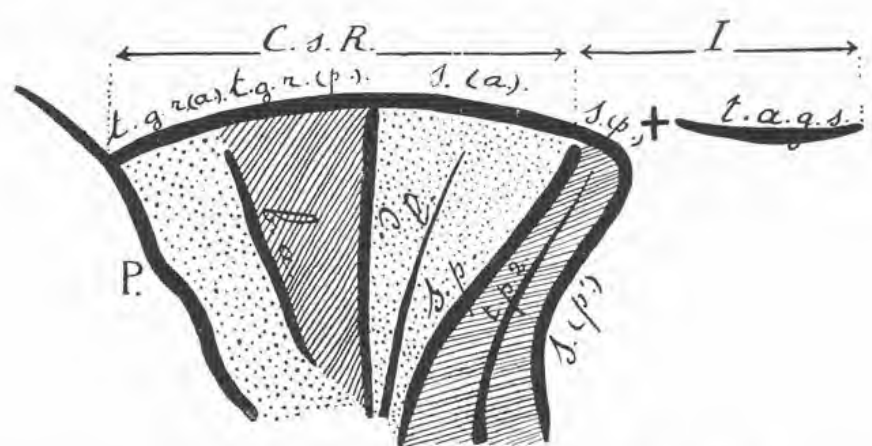


Fig. 38. — *Schéma de la fosse sylvienne chez l'Homme.*

t. g. r. (*a.*), *transversus gyri reunientis* (*pars anterior*) ; *t. g. r.* (*p.*), *transversus gyri reunientis* (*pars posterior*) ; S. (*a.*), suprasylvia (portion antérieure) ; *s.* (*p.*), suprasylvia (portion postérieure directe) ; *s.* (*p'*), suprasylvia (portion postérieure réfléchie) ; P, presylvia (circulaire antérieur de Reil) ; *s. p.*, pseudo-sylvia (circulaire postérieur de Reil) ; *c.*, central de l'insula ; *b. a.*, *brevis anterior* ; *l*, longitudinal de l'insula ; *t. p.* 2, sillon temporo-pariétal 2 ; *t. a. g. s.*, *transversus anterior gyri suprasylviani* ; C .s. R., circulaire supérieur de Reil ; I, sillon inomminé constituant en arrière le fond de la scissure de Sylvius ; +, pli de passage.

Les insulas antérieure et postérieure sont en pointillé ; l'insula moyenne et les gyri de Heschl sont en hachures, le territoire périphérique en blanc.

C'est la figure 9 extraite du mémoire de R. Anthony sur le développement du cerveau chez les Singes, p. 12 (Cf. littérature, n° 61). Cette figure est presque identique à la figure 14 dans l'étude de R. Anthony et A. S. de Santa-Maria sur le système operculaire supérieur du complexe sylvien (p. 316).

6. Le *sulcus transversus gyri suprasylviani* est une formation nouvelle du complexe sylvien de l'Homme et des Singes (119) (Cf. fig. 38, 39 et 40) ;

2° Partie antérieure correspondant à l'insula antérieure (*gyrus reuniens*) et s'étendant du central au circulaire antérieur de Reil. A ce sillon, qui n'existe pas chez les non-Primates, nous avons donné le nom de *Sulcus transversus gyri reunientis*. Il peut, chez les Primates, être divisé en deux parties :

a. Pars posterior, qui correspond à l'insula moyenne de Holl et s'étend du central au *brevis anterior*. Elle existe chez les Anthropoïdes comme chez l'Homme.

b. Pars anterior, qui correspond à l'insula antérieure de Marchand. Elle s'étend du *brevis anterior* au circulaire antérieur de Reil et caractérise le type humain » (*Considérations*, etc., p. 152-153.)

Pour la deuxième affirmation, comparer la note suivante.

(118) « En résumé, il ressort de ce qui vient d'être dit que la suprasylvia de l'Homme, des Singes et des Lémuriens... comprendrait en somme les trois parties suivantes :

« *s. p. a.* (pars posterior du c. s. R. depuis le central jusqu'au circulaire postérieur de Reil) ;

« *s. p. p.* (depuis le circulaire postérieur de Reil jusqu'au début du sillon temporo-pariétal 1).

« *s. p. p'* (sillon temporo-pariétal 1).

« Ces trois parties forment un tout morphologique, dont l'homogénéité a toujours été méconnue dans les travaux et les traités actuels d'anatomie humaine.

« Plus simplement on peut résumer ainsi les concordances de c. s. R. et de S. chez l'Homme :

« *s.* R = *t. g. r.* + *s. p. a.*

s. p. a. + *s. p. p.* + *s. p. p'* = S. » (*Le circulaire supérieur de Reil*, etc., p. 288-289.)

La partie réfléchie de la suprasylvia [*s* (*p'*) dans la figure 38] représente, d'après Anthony (*ib.*, p. 285), déjà chez le *Lemur* «sa véritable continuation, l'ébauche du sillon temporo-pariétal I de l'Homme » (Cf. fig. 39, L et H).

(119) Ce sillon se trouve derrière la partie postérieure directe de la suprasylvia (fig. 38, *t. a. g. s.*). Cette scissure est « creusée en plein territoire périphérique » et « n'a rien à voir avec la suprasylvienne. » (*Le circulaire supérieur de Reil*, p. 285.)

Dans *Le système operculaire supérieur*, son origine est expliquée ainsi : « En raison de la tendance manifeste à l'accroissement que présente le néopallium de toute la région pariétale inférieure,... la partie réfléchie de la lèvre suprasylvienne (plis temporo-pariétaux profonds) se creuse à sa racine chez le *Lemur*, les Singes et l'Homme, d'un sillon de formation nouvelle et d'origine mécanique. Pour ce sillon, qui constitue aux yeux des anatomistes classiques le prolongement en profondeur de la scissure syl-

7. Le bourrelet supérieur du complexe sylvien chez l'Homme se compose (cf. fig. 40) de l'opercule du *gyrus reuniens* (avec le *transversus gyri reuniensis* comme sillon d'operculisation), de l'opercule suprasylvien (les parties antérieure et postérieure directe de la suprasylvia étant son sillon d'operculisation) et de l'opercule holopériphérique (120) (avec le *sulcus transversus gyri suprasylviani* comme sillon d'operculisation) ;

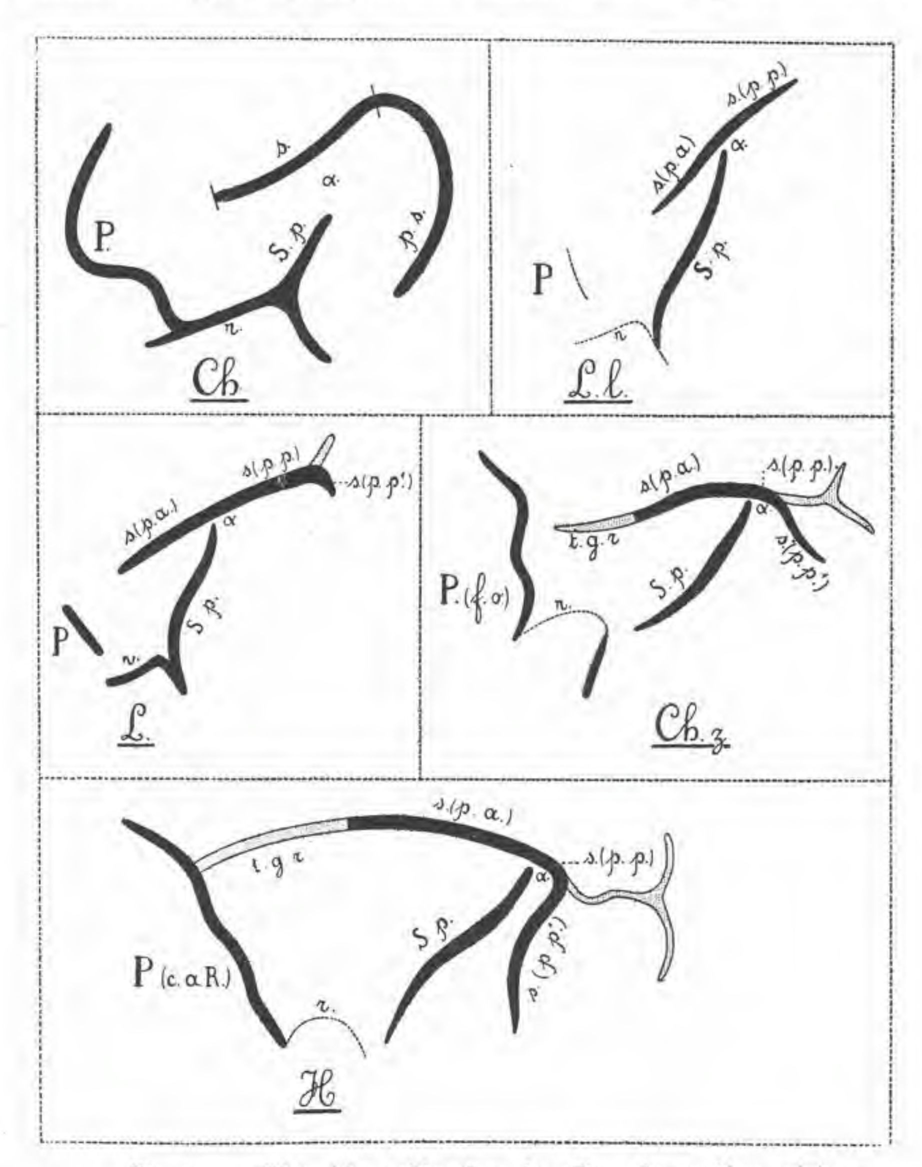


Fig. 39. — *Disposition schématique des sillons du complexe sylvien.*

Ch, Chien ; L. *l.*, *Lepilemur* ; L., *Lemur* ; Ch. *z.*, Chimpanzé ; H., Homme.

s., suprasylvia (*pa.*, *pars anterior*; *pp.*, *pars posterior*; *pp'*, portion réfléchie de la *pars posterior*) ; S. *p.*, sylvienne primitive ; P., præsylvia ; *r.*, rhinale ; *t. g. r.*, *transversus gyri reunientis* ; *p. s.*, postsylvienne qui n'a été indiquée que chez le Chien ; α, pli de passage insulo-temporal.

C'est la figure 1 extraite de l'étude de R. Anthony et A. S. de Santa-Maria sur le circulaire supérieur de Reil, etc., p. 281, avec son explication originale.

vienne en arrière, nous proposons le nom de *sulcus transversus anterior gyri suprasylviani* (*t. a. g. s.*)... Il paraît continuer la direction de la partie directe de la suprasylvia » (*loc. cit.*, p. 298).

(120) Comme on le sait, l'opercule de la région sylvienne chez l'Homme se compose, d'après l'anatomie classique, de quatre parties : de l'opercule orbitaire, frontal, fronto-pariétal et temporal. Les opercules frontal et fronto-pariétal constituent, d'après Anthony, « le bourrelet operculaire supérieur du complexe sylvien », qu'il caractérise du point de vue morphologique de la manière suivante :

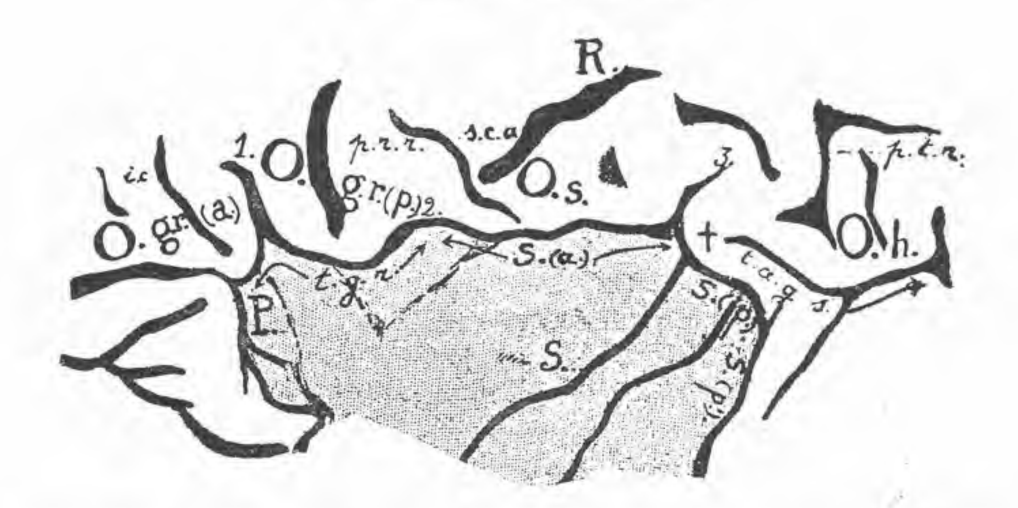


Fig. 40. — *Disposition typique des parties constitutives de l'opercule supérieur du complexe sylvien chez l'Homme* (d'après un moulage original portant dans les collections d'Anatomie comparée du Muséum le n° 1884-1134).

O. *gr.* (*a.*), opercule du *gyrus reuniens* (portion antérieure) = *cap* de Broca ou opercule frontal des auteurs ; *O. gr.* (*p.*), opercule du *gyrus reuniens* (portion postérieure) = opercule prérolandique des auteurs ; O. *s.* (*a.*), opercule suprasylvien (portion antérieure) = opercule rolandique des auteurs ; O. *h.*, opercule holopériphérique = opercule postrolandique des auteurs ; P., præsylvia (circulaire antérieur de Reil) ; S., sylvienne primitive (pseudo-sylvienne, circulaire postérieur de Reil) ; *t. g. r.*, *transversus gyri reunientis* ; S. (*a*)., suprasylvia (portion antérieure) ; S. (*p.*) et S. (*p'*), suprasylvia (portions postérieures directe et réfléchie) ; *t. a. g. s.*, *transversus anterior gyri suprasylviani* ; *ic.*, incisure du cap ; *p. r. r.*, sillon prérolandique ; R, sillon rolandique ; *p. t. r.*, sillon postrolandique ; *s. c. a.*, *subcentralis anterior* ; *l*, incisure intraoperculaire antérieure (branche ascendante de la scissure de Sylvius des auteurs) ; 2, incisure interoperculaire (incisure frontale de l'opercule des auteurs) ; 3, incisure intraoperculaire postérieure (incisure pariétale de l'opercule des auteurs) ; +, pli de passage.

Le territoire central est en grisé, le territoire périphérique en blanc.

C'est la figure 13 extraite de l'étude de R. ANTHONY et A. S. DE SANTA-MARIA sur le système operculaire supérieur du complexe sylvien, etc., page 314, avec son explication originale.

« Chez l'Homme, où le système operculaire atteint son maximum de complication et son plus grand développement.... nous le considérons comme fondamentalement constitué des parties suivantes :

Opercule suprasylvien correspondant à l'operculisation de l'insula postérieure et des *gyri temporales magni* dans la partie supérieure de leur territoire (opercule primitif).

Opercule du gyrus reuniens correspondant à l'operculisation des insulæ moyenne de Holl et antérieure de Marchand (opercule secondaire) ;

Opercule holopériphérique correspondant à l'operculisation d'une partie du territoire périphérique (plis temporo-pariétaux profonds). Nous l'avons ainsi nommé en raison de ce fait que, de constitution périphérique lui-même, il recouvre une partie du territoire périphérique... » (opercule secondaire).

(*Le système operculaire supérieur*, etc., p. 299 ; cf. aussi *Anatomie du cerveau*, p. 246-253.)

Et, au point de vue de l'évolution morphologique, il le caractérise ainsi :

« Le bourrelet operculaire supérieur du complexe sylvien comprend en réalité, chez l'Homme, trois opercules distincts au point de vue de l'évolution morphologique... et dont un est subdivisible en deux parties.

1° *Opercule suprasylvien.* — Commun à tous les Primates et à tous les Lémuriens, sauf le *Chiromys*, cet opercule se développe aux dépens de la lèvre périphérique de la partie antérieure ou directe seulement d'un plissement archaïque préexistant, la suprasylvia.

Il correspond à l'*opercule rolandique* des auteurs.

2° *Opercule du gyrus reuniens.* — De formation phylogéniquement plus récente, cet opercule est absent chez les Lémuriens ; n'existe qu'en partie chez les Singes (partie postérieure seulement), et ne présente son complet développement que chez l'Homme. Sa partie postérieure répond à l'*opercule prérolandique* des auteurs ; sa partie antérieure, à l'opercule frontal ou cap de Broca.

2° *Opercule holopériphérique.* — Cet opercule, dont la présence est liée à la coudure de la suprasylvia en arrière, existe plus ou moins développé chez beaucoup de Lémuriens, notamment le *Lemur*, et chez tous les Singes ainsi que chez l'Homme. Il correspond à l'*opercule postrolandique* des auteurs.

Au point de vue de l'ancienneté phylogénique, les opercules supérieurs du complexe sylvien semblent pouvoir être classés de la façon suivante :

Op. suprasylvien ;
Op. holopériphérique ;
Op. du *gyrus reuniens* (*pars posterior*) ;
Op. du *gyrus reuniens* (*pars anterior*) » (*loc. cit.*, p. 313).

8. Il existe un processus progressif d'operculisation de l'insula (Cf. fig. 41) et une évolution de ses sillons (Cf. fig. 39) à partir de *Chiromys* jusqu'à l'Homme (121) (ici, ANTHONY a précisé et complété les vues d'ELLIOT SMITH) ;

9. Enfin ANTHONY a proposé pour la première fois la division rationnelle de la surface du néopallium en territoire central et territoire périphérique (122) (Cf. fig. 42).

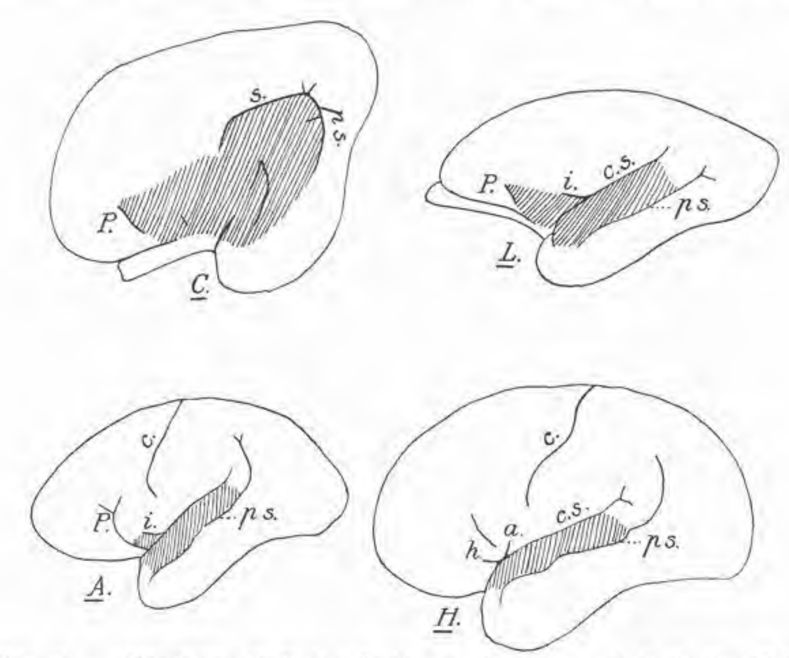


Fig. 41. — *L'évolution de l'operculisation du territoire central chez les Primates.*

C, *Chiromys* (le territoire central est exposé tout entier); L, *Lemur* (exposition des insulas moyennes de Holl et antérieure de Marchand, ainsi que du bras postérieur de la circonvolution 2 de Leuret) ; A, Chimpanzé (exposition de l'insula antérieure de Marchand et du bras postérieur de la circonvolution 2 de Leuret) ; H, Homme (exposition du bras postérieur de la circonvolution 2 de Leuret, seule partie du terriroire central qui reste superficielle) ; S, suprasylvia ; *p. s.*, postsylvia ; P, præsylvia ; C. S., complexe sylvien ; *i, incisura opercularis ;* C. central ; *a.* branche présylvienne ascendante ; *h.* branche présylvienne horizontale.

C'est la figure 36 extraite du mémoire de R. ANTHONY sur *La morphologie du cerveau*, page 240.

(121) Ce processus d'operculisation et de la formation des sillons est décrit par ANTHONY de la manière suivante :

Chez CHIROMYS, le territoire central est exposé tout entier (fig. 41 C). « Sa suprasylvia n'est le siège d'aucune operculisation» (*Le système operculaire supérieur*, p. 300).

... Une ébauche, ou mieux un vestige « d'opercule suprasylvien s'observe chez le *Lepilemur* » (*loc. cit.*, p. 300, et fig. 39 L. *l.*).

« Chez le Lemur, on constate un début de flexion de la suprasylvia » (*loc. cit.*, p. 302, et fig. 39 L).

« Chez les *Cercopithecideæ*, et surtout chez les Anthropoïdes, l'opercule suprasylvien est plus développé que chez les Lémuriens » (*ibid.* et fig. 39 Ch. *z.*).

« C'est chez l'Homme enfin que l'opercule suprasylvien présente son maximum de complication » (*ibid.*, cf. fig. 39 H et fig. 40).

« Chez les Lémuriens... le *gyrus reuniens* tout entier est superficiel et communique directement avec le territoire périphérique » (*loc. cit.*, p. 303, fig. 39 L. *l.* et L., fig. 41 L.).

« Chez les *Cercopithecidæ*, elle n'intéresse que la moitié postérieure de ce territoire (insula moyenne de Holl), sa moitié antérieure (insula antérieure de Marchand) restant superficielle » (*ibid.*).

Chez les *Cebidæ*, « la disposition serait la même que chez les *Cercopithecidæ* » (*loc. cit.*, p. 304).

Chez les Anthropoïdes aussi, « la disposition est généralement la même que chez les *Cercopithecidæ*... mais l'incisure qui résulte de cette disposition est plus longue, plus accusée et moins antérieure qu'elle ne l'est généralement chez les *Cercopithecidæ*, où elle s'observe » (*loc. cit.*, p. 305 et fig. 41 A).

En constatant l'existence de trois types anthropoïdes de transition à l'Homme (*loc. cit.*, p. 305-308), ANTHONY ajoute ailleurs (cf. *La morphologie du cerveau chez les Singes*, littérature, nº 62, p. 241, et fig. 41 H), que c'est la partie antérieure de la première circonvolution temporale qui est la seule partie du territoire central restant superficielle chez l'Homme.

Enfin, par rapport à l'évolution de l'opercule holopériphérique, ANTHONY dit : « L'opercule holopériphérique se constitue à partir du moment où la suprasylvia se coude. Absent chez le *Lepilemur*, par conséquent, il existe déjà ébauché chez le Lemur et le Propithèque. On le rencontre chez tous les Singes et chez l'Homme (*loc. cit.*, p. 312 ; cf fig. 39 et 40).

(122) Cette division apparaît pour la première fois dans l'étude *Essai d'un nouveau plan* et consiste en ceci :

« Chez tous les Mammifères, les plissements corticaux les plus importants du côté de la convexité sont la *scissure suprasyl-*

Comme on le voit, la théorie de l'insula des Primates élaborée par ANTHONY représente, pour une large part, une sorte de synthèse entre la théorie d'ELLIOTH SMITH et la deuxième théorie de HOLL, dont il utilise certains éléments (123). Dans sa deuxième étude

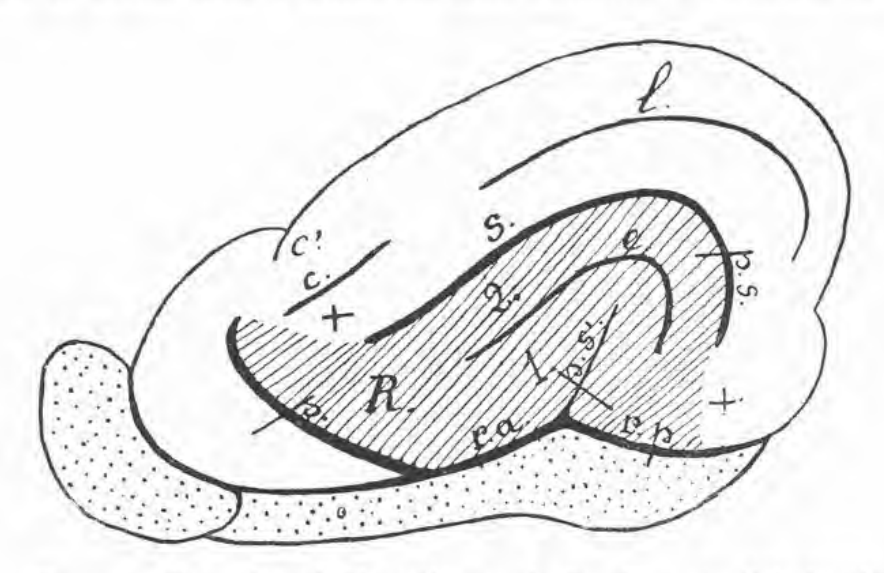


Fig. 42. — *Face externe de l'hémisphère gauche d'un Carnassier (type Canidé).*

r. a., rhinale antérieure ; *r. p.*, rhinale postérieure ; *s.*, suprasylvia ; *p. s.*, postsylvia ; *p. s.'*, pseudosylvia ; *p.*, præsylvia ; *e.*, ectosylvia ; *c.*, coronal ; *l.*, latéral ; *c'*, crucial ; +, pli de passage centro-périphérique.

En pointillé, le rhinencéphale ; en hachures, le territoire central du néopallium comprenant : R., *gyrus reuniens* ; 1, circonvolution *l* de Leuret ; 2., circonvolution 2 de Leuret.

(Représentation schématique et synthétique des plissements fondamentaux.)

C'est la figure 1 extraite du mémoire de R. ANTHONY sur le développement du cerveau chez les Singes, p. 5 (littérature, nº 61).

(littérature, nº 56), il avait même essayé de donner une synthèse encore plus complète des deux théories, mais plus tard il a abandonné cette tentative (124).

vienne et la *præsylvia*. Dès qu'au cours de la série le cerveau atteint une taille compatible avec la gyrencéphalie, ces deux scissures sont les premières qui apparaissent ; ce sont aussi habituellement les deux premières qui se développent au cours de l'ontogénie. Ces plissements fondamentaux délimitent une partie de l'écorce, qu'on peut appeler *territoire central*, et dont les limites correspondent sensiblement à celles des noyaux gris centraux. Nous désignerons le reste du néopallium sous le nom de *territoire périphérique*.

Cette division du néopallium, qui s'établit tout d'abord dès qu'au cours de la série la gyrencéphalie se constate, est absolument fondamentale, et toute subdivision de l'écorce qui ne le prend comme base est nécessairement artificielle. Elle existe aussi bien chez les Primates que chez les non-Primates... » (*loc. cit.*, p. 239).

Les limites du territoire central ont été précisées par ANTHONY encore davantage dans *La morphologie du cerveau*, p. 241 (Cf. fig. 42, où le territoire central est en hachures).

(123) Cette tendance synthétisante de sa théorie est reconnue expressément par ANTHONY :

« Dans son remarquable mémoire (*Brain in the Mammalia*, p. 409), G. ELLIOT SMITH, en 1902, avait bien parlé avec insistance de l'homologie du sillon suprasylvien des Mammifères en général : " partly with the superior limiting sulcus and partly with the upper (or posterior) part of the sylvien fissure of the Lemurs and Apes". Mais c'est surtout le minutieux travail de HOLL sur les rapports de l'insula postérieure avec la face supérieure du lobe temporal chez l'Homme et chez les Singes (1908) qui nous a mis sur la voie de la détermination exacte des parties constitutives de la suprasylvia chez les Primates » (*Considérations*, etc., p. 278-279.)

L'influence de HOLL se voit aussi dans l'importance qu'attribue ANTHONY au cerveau des Carnivores pour le problème des homologies (Cf. *Anatomie comparée du cerveau*, p. 218).

(124) En effet, dans cette étude, on ne trouve pas seulement les deux homologies proposée par ELLIOT SMITH, mais ANTHONY affirme aussi que le longitudinal est homologue à la branche antérieure et le *sulcus temporalis magni medialis* à la branche postérieure de l'ectosylvia (*loc. cit.* p. 239 ; cf. fig. 43), et il dit expressément par rapport à ces deux dernières homologies : « Nous nous sommes inspirés, pour ces homologations ainsi que pour celle du sillon temporo-pariétal I, de la conception (Cf. HOLL, 1908) qui considère les circonvolutions de l'insula postérieure des Primates et celle de la face supérieure de leur lobe temporal comme constituant des circonvolutions arquées insulo-temporales ». (*Ibid.*, note 1.)

Plus tard, dans *La morphologie du cerveau*, publiée en 1917, ANTHONY mentionne les deux homologies, mais il les déclare être

Quant à l'insula des non-Primates, ANTHONY a apporté, ici aussi, des contributions importantes, surtout en tant qu'il s'agit du développement embryogénique. En s'occupant du cerveau des Cétacés (littérature, nº 65), il affirme avoir constaté chez eux l'existence d'une région operculisée qui est tout entière rhinencéphalique (125). En s'occupant du

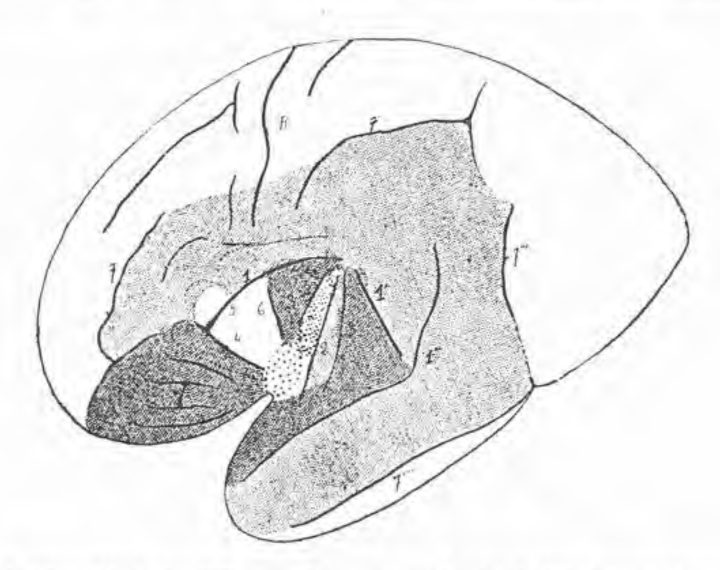


Fig. 43. — *Schéma du télencéphale chez l'Homme. Face externe. Les bords de la fausse scissure sylvienne sont écartés.*

Pointillé : lobe piriforme ; grisé foncé : dép. ectosylvien et orbitaire ; grisé clair : dép. sylvien et suprasylvien ; blanc : dép. du *gyrus reuniens* et sagittal ; ... limites des opercules relevés en haut.

1, 1', 1'', sc. suprasylvienne (= partie post. du s. circ. sup. de Reil ; s. temporo-pariétal 1 ; s. parallèle) ; 2, sc. sylvienne primitive (s. circ. post. de Reil) ; 3, 3', sc. ectosylvienne (= s. postcentral de l'insula ; *s. temporalis magni medialis*) ; 4, præsylvia (= s. circ. ant. de Reil) ; 5, sillon transverse du *gyrus reuniens*, qui paraît pouvoir être prolongé jusqu'au central de l'insula ; 6, sillon central de l'insula ; 7, 7', 7'', 7''', 7'''', sc. corono-latérale (= s. frontal médian ou frontal inférieur ; s. interpariétal ; s. occipital transverse ; s. temporal 4) ; R, sc. de Rolando.

C'est la figure 23 extraite de l'article de R. ANTHONY et A. S. DE SANTA-MARIA, *Essai d'un nouveau plan descriptif du cerveau*, etc., p. 240, avec son explication originale.

cerveau des Ursidés (littérature, nºs 63 et 64), il a constaté, chez l'*Ursus arctos*, un stade de développement où l'insula (première circonvolution arquée) est presque complètement découverte (126).

Enfin, dans son dernier travail sur le cerveau des Équidés (littérature, nº 67), ANTHONY

problématiques. En parlant du longitudinal de l'insula et du sillon temporo-pariétal 2 comme des sillons, « dont il n'y a pas lieu de chercher l'homologation avec des plissements de non-Primates », il ajoute entre parenthèses : « Assimilation problématique de ces deux derniers sillons respectivement avec les branches antérieure et postérieure de l'ectosylvia » (*loc. cit.*, p. 236-237) (Cf. aussi *Le développement du cerveau chez les Singes*, publié en 1916, nota, p. 14).

Pourtant, tout récemment, dans son *Anatomie comparée du cerveau* publiée en 1928, ANTHONY devient moins réservé à cet égard : « Cependant, dans ces deux portions du territoire central séparées par le circulaire postérieur de Reil (*pseudosylvia*), il est difficile de délimiter ce qui répond à la première circonvolution arquée et ce qui répond à la seconde, pour la raison qu'il est à peu près impossible de savoir à quoi assimiler ici l'*ectosylvia*. Sans doute peut-on reconnaître, dans le sillon temporo-pariétal 2 qui sépare le premier *gyrus* de Heschl du second, la branche postérieure de l'*ectosylvia*, mais aucun des sillons de la partie postérieure de l'*insula* (central, longitudinal) ne peut être assimilé avec certitude à sa branche antérieure » (*loc. cit.*, p. 239). Et plus loin : « La signification des divers sillons de l'insula des Primates ne sera définitivement fixée et l'assimilation de l'un quelconque d'entre eux au bras antérieur de l'*ectosylvia* des non-Primates ne deviendra peut-être possible que lorsque sera bien connu le développement de cette région chez les Lémuriens et chez les Singes » (*Ibid.*, p. 240, note 2).

(125) Cf. *Anatomie du cerveau*, p. 226 : « ... il semble bien... que, chez les Mysticètes..., le sillon d'operculisation soit la rhinale, le territoire operculisé étant par conséquent tout entier rhinencéphalique, ainsi que m'a permis de l'avancer l'étude d'un cerveau fœtal de *Megaptera boops* L. » (Cf. fig. 121).

(126) Comp. fig. 163, p. 273, dans l'*Anatomie du cerveau*.

confirme certains résultats de HOLL, et il ajoute un fait nouveau important concernant une région operculisée située dans le rhinencéphale (127) (Cf. fig. 44).

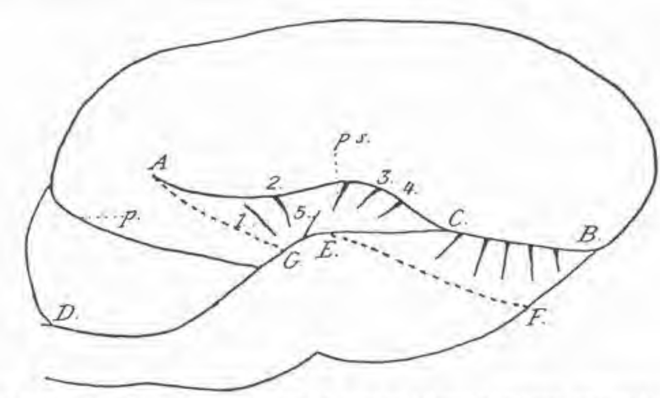


Fig. 44. — *Schéma destiné à montrer la constitution de la région télencéphalique operculisée chez le Zèbre de Grévy.* 3/4 de grandeur naturelle.

p., præsylvia ; AG, limite antérieure de l'operculisation en avant ; AC, l'ectosylvia ; *ps.*, pseudosylvia ; DE, rhinale antérieure ; EB, rhinale postérieure réelle ; EF, rhinale postérieure apparente (située à la surface) ; le quadrilatère BCEF est la région de rhinencéphale operculisée ; AB, sillon d'operculisation.

C'est la figure 17 extraite du mémoire de R. ANTHONY et J. DE GRZYBOWSKI sur le néopallium des Équidés, p. 166, avec son explication originale abrégée et légèrement modifiée.

5. C. U. ARIËNS KAPPERS

L'anatomiste hollandais du cerveau A. KAPPERS a adopté plusieurs homologies proposées par ELLIOT SMITH dans sa théorie de l'insula des Primates, presque en même temps et indépendamment d'ANTHONY. Il s'agit surtout de l'homologie de la suprasylvia avec le circulaire supérieur de Reil. Dans son mémoire anglais *Cerebral Localization and the Significance of Sulci*, publié en 1913 (littérature, nº 72), qui contient (dans sa première et deuxième parties) un exposé systématique et critique du problème des homologies dans toute son étendue, A. KAPPERS a apporté pour cette homologie une preuve indirecte nouvelle et importante : il a constaté, sur une hémisphère du cerveau de la Loutre, l'abaissement (dans la profondeur de la scissure sylvienne secondaire), non seulement de la première circonvolution arquée, mais aussi de la deuxième circonvolution arquée en entier (128) (Cf. fig. 45).

(127) Après avoir exposé les quatre premiers stades du développement des fœtus du Cheval domestique, ANTHONY conclut : « Ce qui ressort de l'examen de ces quatre premiers stades, c'est :

2º Que le sillon d'operculisation est, chez les Équidés, comme chez l'*Ursus*, et d'une façon plus générale chez les Carnassiers arctoïdes qui sont les seuls Carnassiers fissipèdes, où une partie du territoire central est operculisé, l'*ectosylvia* et non la *suprasylvia* comme chez les Primates, donnée déjà acquise depuis Holl, et d'où il s'ensuit que l'operculisation ne porte ici que sur le *gyrus arcuatus I* de Leuret » (*loc. cit.*, p. 152).

Et à la fin de l'étude, dans le résumé (p. 167-168), il dit, entre autres, que le cerveau des Équidés est fondamentalement caractérisé ; « 3º par une operculisation qui porte en avant sur le *gyrus arcuatus I* de Leuret (*neopallium*) et en arrière sur la face supérieure du lobe piriforme (rhinencéphale), le sillon d'operculisation étant en avant l'*ectosylvia* et en arrière le segment postérieur de la rhinale postérieure... » (p. 167) (Cf. fig. 44).

(128) " The considerable approachment to the pseudo-sylvian fissure which the suprasylvia exhibits is an important feature in the evolutionary process of the brain.

" The greatest approachment of the suprasylvia anterior is found in those Carnivora where both ectosylviæ have already

Quant aux autres homologies de l'insula, A. KAPPERS considère le fronto-orbitaire comme une néoformation propre aux Singes (129), tandis qu'il trouve que c'est le *sulcus arcuatus* qui soit homologue à la præsylvia des autres Mammifères (130). En outre, pour lui, comme pour MARCHAND (et pour HOLL dans sa première théorie), le longitudinal représente le sillon principal de l'insula (131), tandis qu'il considère le central pour une néoformation (132).

Une évolution de l'insula des Mammifères est enseignée par A. KAPPERS en connexité avec l'évolution de la face latérale du cerveau en général (133). L'évolution de l'insula des Primates en est une partie intégrante (134).



Fig. 45. — *Primate variation of the suprasylvia. Lutra vulg.*

Cette figure est la dernière des quatre figures spéciales formant la figure 5 (Concealment of the insular region in Carnivora) dans le mémoire anglais d'A. KAPPERS sur les localisations cérébrales et la signification des scissures (p. 290).

disappeared in the sylvian fissure (Ursidæ and more especially in the Mustelidæ).... On one side of a Lutra it did touch it, and on the other side of the same animal (see fig. 5) it was entirely concealed within it, so that the sylvian fissure seemed to be much larger than in other Carnivora, the more so because the sharpening of the curve of the suprasylvian fissure has given rise to the formation of a processus acuminis.

« The only place where the anterior suprasylvian fissure leaves the pseudo-sylvia again is at its ventral extremity, where it runs in an anterior direction, constituting a sulcus which recalls, and according to Smith (1903) may be compared to, a *ramus opercularis* in the sense of Marchand (1893) » (*loc. cit.*, p. 290-291).

Un état similaire à celui de LUTRA s'observe d'après A. KAPPERS, chez les *Prosimiæ* : "In the *Lemuridæ* the condition is apparently a similar one to that of Lutra" (*ibid.*, p. 291).

Dans *Vergleichende Anatomie*, etc. (littérature, n° 73), A. KAPPERS s'exprime ainsi sur ces deux points : « ... Die Fissura Suprasylvia anterior verschwindet... in der Fissura Sylvii und bildet den sulcuss limitans superior der Insel, während sie sich frontal von der Insel als *R. opercularis* fortsetzt. Dieser Zustand kann bei Lutra vorkommen und ist konstant bei den meisten Halbaffen und den Affen » (*loc. cit.*, p. 1148).

(129) "I am inclined to regard the fronto-orbitalis as a new sulcus, only present in Primates, which *Ziehen* and ELLIOT SMITH also seem to consider the most probate solution" (*Cerebral Localization and the Significance of Sulci*, p. 291-292 ; cf. aussi *Vergleichende Anatomie*, etc., p. 1146).

(130) « Die *Præsylvia* der Karnivoren wird bei den Affen als *sulcus arcuatus*... wiedergefunden... » (*loc. cit.*, p. 1140 ; cf. aussi plus bas note 133).

(131) Après avoir mentionné les vues des auteurs antérieurs sur les sillons central et longitudinal, A KAPPERS conclut : " My phylogenetic studies gave me the conviction that the old opinion concerning the insular sulcus in simiæ has indeed tobe discarded, and that we may assume that the deepest sulcus of the insula present in Chimpanzee and *Cynocephalus porcarius* is the *sulcus postcentralis insulæ* of human anatomy" (*Cerebral localizition*, etc., p. 295).

(132) Pour le central, A. KAPPERS dit qu'il le considère "(in contrast to Holl) to be a neoformation, and not the homologue of the ecto-sylvia anterior" (*Cerebral localization*, p. 296, note 1).

(133) "These are the principal facts in the progressive evolution of the lateral brain surface, in which the most important features are :

" 1. *The submerging of the lateral circum-sylvien field as demonstrated by the ontogenetic development of the Ungulate brain and different Carnivorous types. The submersion first includes the sylvian (first arcuate) gyrus.*

" 2. *The additional enfolding of a territory in front of it, demonstrated by the submersion of the f. supra-sylvia anterior (Lutra, Prosimiæ*, etc.).

" 3. *The enlargement of the insula tecta by operculation of the region between the fronto-orbitalis and the ramus opercularis fossæ sylvii.*

" 4. *The changes in the presylvian fissure, which from a very frontal position in Rodentia and in embryonic Ungulata and Carnivora acquires a more perpendicular direction, and a position more caudal from the front pole. Its perpendicular stem —the original presylvia—is complicated during this process by a fronto-dorsal arch which probably results from the Carnivorous prorea. Together they form the s. arcuatus.*" (*Cerebral localization*, p. 293.)

(134) Cette dernière est décrite par A. KAPPERS de la façon suivante :

Ajoutons enfin que la scissure sylvienne secondaire est conçue par A. KAPPERS comme une sorte de pseudosylvia élargie (135) (on trouve chez ELLIOT SMITH aussi des passages qu'on pourrait interpréter en ce sens), conception qui l'amène souvent à confondre les deux (136).

Comme on le voit, la théorie de l'insula d'A. KAPPERS représente, elle aussi, une sorte de synthèse de théories d'ELLIOT SMITH et de HOLL (137).

6. E. LANDAU, H. ZINGERLE, E. ZUCKERKANDL, L. BOLK, etc.

Parmi les autres auteurs, d'ailleurs peu nombreux, qui ont contribué aux nouvelles théories de l'insula des Primates et des non-Primates, les noms de LANDAU, de ZINGERLE, de ZUCKERKANDL et de BOLK sont les plus importants. Comme c'est LANDAU qui s'en est occupé le plus, nous n'exposerons ici brièvement que ses idées, en nous bornant pour les autres à citer leurs travaux (Cf. littérature, n°s 51, 68-70), dont ceux de BOLK méritent une mention spéciale.

LANDAU a essayé d'abord de mettre en doute le vieux critère d'une liaison inséparable entre l'insula et le claustrum (138). Ensuite, dans son ouvrage *Anatomie des Grosshirns*, publié l'année 1923 (littérature, n° 75), il a donné un exposé critique assez étendu des nouvelles théories de HOLL, d'ELLIOT SMITH, d'ANTHONY et d'ARIENS KAPPERS (139). Enfin,

"The development of the covered insula in the Simiæ consequently shows that the insula posterior with its postcentral sulcus is the first covered insula. To this is very soon added or directly present a part, which originates from the original orbital gyrus and which contributes to forme that part of the anterior insula which lies between the sulcus precentralis insulæ and the insula posterior, though the sulcus centralis insulæ may be wanting. The next, and last, stage includes the development of a well-pronounced sulcus centralis insulæ (1), and the enlargement of the insula anterior by the addition of the originally uncovered first ingular gyrus.

" This being accomplished, the fronto-orbital sulcus has become the limitans anterior insulæ" (*Cerebral localization*, p. 296.)

(135) Dans son étude française *La signification des fissures du cerveau*, publiée en 1913 (littérature, n° 71) et qui représente un extrait abrégé du mémoire anglais sur le même sujet, A. KAPPERS décrit ainsi l'abaissement de la première circonvolution arquée chez les Ursidés : « Cette involution est encore plus caractéristique chez l'Ours, où non seulement la fissure ectosylvienne antérieure mais encore la fissure ecto-sylvienne postérieure ont disparu complètement et ont été submergées au fond de la fissure pseudosylvienne » (*loc. cit.*, p. 230). Et un peu plus loin : « Nous voyons donc que la disparition du champ sylvien... atteint déjà un maximum chez quelques Carnivores, en ce sens que tout ce qui se trouvait situé devant la fissure pseudo-sylvienne est submergé dans cette fissure et qu'il ne reste à la surface du cerveau qu'une zone située devant la branche postérieure de la suprasylvia » (*ibid.*).

(136) Cf. la description des cerveaux citée dans la note 128.

(137) Mais, tandis que A. KAPPERS (dans la littérature à la fin de son mémoire anglais) cite tous les travaux respectifs d'ELLIOT SMITH, dont il montre dans son texte une connaissance détaillée, sa connaissance de travaux de HOLL (qu'il ne cite pas tous) est assez défectueuse : il confond ses deux théories de l'insula des Primates, et il attribue certaines homologies à HOLL que celui-ci ne connaît ou ne reconnaît pas (par exemple A. KAPPERS affirme, *loc. cit.*, p. 291, que HOLL aurait affirmé la fusion de la suprasylvia avec la pseudosylvia chez les *Lemuridæ*, ce qui n'est pas exact ; cf. note 105).

Et, en général, nous pouvons dire que la théorie de l'insula des Primates, en tant que synthèse de théories d'ELLIOT SMITH et de HOLL, n'est, chez A. KAPPERS, ni assez claire, ni suffisamment élaborée. Celle d'ANTHONY est bien supérieure à cet égard.

(138) A cette question, LANDAU a consacré tout un article publié en 1919 (littérature, n° 74). Dans *Anatomie des Grosshirns* LANDAU s'en exprime comme suit : « ... Auf Grund des eben Gesagten finden wir, dass bei näherer Betrachtung sich die HOLL-ANTHONYSCHE Spekulation : « Ubi Claustrum — ibi Insula » und umgekehrt, als irrthümlich erweist, denn weder ist das Claustrum eine abgespaltene innere Schicht der Inselrinde noch entspricht seine Ausdehnung derjenigen der Insel. Das Claustrum ist vielmehr... ein Bestandteil der Basalganglien...

» Das ist auch der Grund weshalb die Autoren, welche das Claustrum zur Grenzbestimmung der Insel heranziehen, sich untereinander nicht einigen können ; ihre principielle Voraussetzung ist eben nicht stichhaltig » (*loc. cit.*, p. 133).

(139) Le chapitre V de son ouvrage (*Das Problem der Inselbildung*, p. 111-138) contient cette discussion. A la fin du chapitre, LANDAU arrive à la conclusion générale suivante sur la valeur de nouvelles théories : « Mag es nun sein wie es will mit der Deutung der Inselgrenzen, das eine ausserordentlich Werthvolle verdanken wir den schönen Untersuchungen von HOLL, ELLIOT SMITH, ANTHONY und ihrer Anhänger, nämlich die Lehre von der Entstehung der menschlichen Insel durch eine Versenkung

dans le même ouvrage, on trouve aussi de nombreuses remarques historiques sur les anciennes et les nouvelles théories de l'insula (140).

REMARQUE CRITIQUE SUR LA VALEUR DES NOUVELLES THÉORIES DE L'INSULA

Arrivé à la fin de notre exposé historique, nous voulons ajouter quelques remarques sur la valeur des nouvelles théories de l'insula et relever ce qu'on doit y regarder comme acquisition définitive.

Dans la théorie de l'insula des non-Primates, l'interprétation donnée par TURNER de l'insula des Ursidés a été définitivement établie par HOLL. Aussi la différence entre la scissure sylvienne primaire et la scissure sylvienne secondaire, établie par HOLL et ELLIOT SMITH, doit être regardée comme une acquisition définitive.

Dans la théorie de l'insula de l'Homme et des Singes, l'homologie (au moins partielle) entre le circulaire supérieur de Reil et la suprasylvia des autres Mammifères d'une part, et celle entre le circulaire antérieur de Reil chez l'Homme et le fronto-orbitaire chez les Singes d'autre part, sont aussi des acquisitions absolument sûres. Moins sûre, quoique très probable, est l'homologie entre la præsylvia des autres Mammifères et le fronto-orbitaire des Singes. Moins sûre est aussi l'homologie entre le circulaire postérieur de Reil et la pseudosylvia, parce qu'il n'est pas impossible que le longitudinal soit homologue à cette dernière.

Reste le problème de l'ectosylvia : est-ce que celle-ci possède son homologue dans l'insula des Primates, comme HOLL le suppose ? Est-ce qu'elle n'y est pas représentée, comme ELLIOT SMITH l'affirme ? Il nous semble qu'une réponse à cette question pourrait être donnée

in die Tiefe eines Hirnteils, welcher noch bei den einen Familien der Raubtiere (Fuchs, Wolf, Löwe) oberflächlich ist, bei anderen Familien dieser gleichen Klasse (Iltis, Bär) dieser Process der Versenkung bereitz zutage tritt » (*loc. cit.*, p. 133).

Ajoutons que, dans son exposé des vues de HOLL (p. 112-123, 131-132), LANDAU confond ses deux théories de l'insula des Primates, quoiqu'il remarque une fois que HOLL avait abandonné son opinion antérieure (p. 121). Aussi, l'exposé des vues d'ELLIOT SMITH et d'ANTHONY n'est pas toujours juste.

Ajoutons, en plus, qu'en se basant sur le matériel examiné par lui-même LANDAU se range à l'opinion d'ELLIOT SMITH sur la valeur morphologique de l'ectosylvia (*loc. cit.*, p. 126).

(140) D'après ce que nous venons de dire dans la note précédente, il n'est pas étonnant de constater chez LANDAU un certain nombre d'erreurs historiques. Citons en exemple la suivante : « ... Noch vor kurzem waren die vergleichend-anatomischen Vorstellungen von der Insula Reili sehr primitiver Art, und es ist das grosse Verdienst des Grazer Anatomen M. HOLL welcher, durch eine richtige Beobachtung des Engländers TURNER angeregt, in einer ganzen Reihe sehr gewissenhafter und genauer Untersuchungen die Frage der Inselbildung in ganz neue Bahnen gelenkt hat. HOLL hat dann eine kräftige Unterstützung seitens de englischen Forschers ELLIOT SMITH gefunden, auch ARIENS KAPPERS und R. ANTHONY haben sich HOLL mit einigen kleinen Abänderungen angeschlossen... » (*loc. cit.*, p. 131).

Ici HOLL est représenté comme le seul inventeur de nouvelles théories de l'insula, et ELLIOT SMITH comme son principal collaborateur, tandis qu'il ressort de notre exposé qu'ELLIOT SMITH est indépendant de HOLL même dans la théorie de l'insula des non-Primates, où la priorité de publication revient à HOLL. Quant à la théorie de l'insula des Primates, ce n'est que dans sa première théorie que HOLL est un inventeur indépendant, tandis que non seulement sa deuxième théorie est postérieure à celle d'ELLIOT SMITH, mais aussi doit être regardée comme influencée par celle-ci (au moins indirectement).

Les affirmations de LANDAU sont ici d'autant plus surprenantes qu'elles viennent après la rectification si péremptoire d'ELLIOT SMITH (Cf. littérature, nº 50 et note 105) : "In transmitting the manuscript of his memoir for publication in the *Journal* Prof. Landau courteously invited me to rectify any inaccuracies in his statement of my views. I have thought it the better course to leave his statement of the case as he wrote it and add this comment. One of his sentences I have altered: he had stated that Prof. Anthony and I had adopted Holl's theory in a modified form, whereas my interpretation was framed quite independently of Holl's work and before Holl's memoirs were published : Prof. Anthony accepted my views and not Holl's." (A note, etc., p. 361.)

seulement en connexité avec celle de la pseudosylvia. Si c'est le circulaire postérieur de Reil qui correspond à la pseudosylvia, alors le longitudinal, le central, etc., pourraient n'être que des scissures secondaires n'ayant aucun lien avec l'ectosylvia, qui, dans ce cas, n'aurait aucun représentant parmi elles. Mais, si c'est le longitudinal qui correspond à la pseudosylvia, on doit alors affirmer presque avec certitude que l'ectosylvia sera, elle aussi, représentée parmi les scissures de l'insula des Primates et, dans ce cas, l'homologie du central avec la branche antérieure et du circulaire postérieur de Reil avec la branche postérieure de l'ectosylvia (comme Holl le suppose dans sa deuxième théorie) nous semble bien probable.

Quant à la définition de l'insula, nous trouvons que, sous celle-ci, devait être comprise toute région operculisée dont l'origine est située dans le territoire central au sens d'Anthony.

Mais les points en litige, que nous venons de passer en revue, ne sont que des questions de détail. En tout cas, le problème de l'insula de l'Homme, des Singes et des autres Mammifères doit être regardé comme définitivement résolu en principe par l'anatomie comparée nouvelle du cerveau des Mammifères (141).

RÉSUMÉ

Pour faciliter la compréhension des différentes théories qu'il expose, l'auteur donne d'abord une figure indiquant les scissures et les circonvolutions les plus importantes du cerveau des Mammifères (Cf. fig. 1).

Il divise ensuite l'histoire de ces théories en trois périodes : période préparatoire, période intermédiaire et période définitive. Dans la première période, on découvre l'insula ; dans la seconde, on pose le problème de ses homologies ; dans la troisième, ce problème est définitivement résolu.

L'auteur ne donne qu'une courte esquisse de la première période : elle commence avec Reil, qui découvre et décrit sommairement l'insula (1809). Gall, Meckel, Burdach (qui donne la première figure de l'insula ; cf. fig. 2), Rolando, Arnold, Foville sont cités parmi les auteurs qui ont complété et élargi la description de Reil. Huschke et Gratiolet ont été les premiers à constater l'existence d'une insula chez les Singes. Leuret (1839) fut le premier à affirmer l'existence d'une insula chez les non-Primates (Cf. fig. 3). Mais on n'admet en général, dans cette période (malgré Owen et Huxley) l'existence d'une insula que chez l'Homme et chez les Singes.

La deuxième période commence avec Broca (1878), qui établit d'une manière incontestable l'existence de l'insula (exposée ou cachée) chez beaucoup d'autres Mammifères. Broca distingue entre le lobe sous-sylvien ou lobe de l'insula et l'insula proprement dite,

(141) Remarquons enfin que, dans notre exposé historique, nous n'avons tenu compte que des critères purement morphologiques des homologies. Les autres critères (critère physiologique, critère cyto-architectonique, etc.) nous semblent être ou secondaires ou sans importance.

celle-ci n'étant qu'une partie du premier. Le lobe sous-sylvien est entièrement superficiel chez le Tapir (Cf. fig. 4) et entièrement caché chez le Chien, où il est de forme triangulaire et situé au fond de la scissure sylvienne (fig. 5).

KRUEG (1880) a le mérite d'avoir précisé la conception insulaire de BROCA en déclarant le lobe sous-sylvien de celui-ci homologue en entier à l'insula de l'Homme et en définissant l'insula comme une région (triangulaire chez les Canidés) située au fond de la scissure sylvienne et délimitée par une scissure environnante (Cf. fig. 6).

EBERSTALLER (1887) fut le premier à décrire d'une manière exacte les scissures et les circonvolutions de l'insula de l'Homme (Cf. fig. 7) ; il déclare le sillon central scissure principale de l'insula, qui la divise en insula antérieure et insula postérieure.

TURNER (1888) fut le premier à mettre en doute la conception insulaire de BROCA-KRUEG, en faisant la découverte importante que toute une circonvolution arquée (*gyrus arcuatus primus*) se trouve abaissée dans la profondeur de la scissure sylvienne chez l'Ours (*Ursus maritimus ;* cf. fig. 18 de HOLL).

C'est ZIEHEN (1890) qui a voulu interpréter le fait constaté par TURNER, d'après la conception de BROCA-KRUEG. Pour ZIEHEN, la scissure ectosylvienne se serait complètement effacée chez les Ursidés, et la scissure constatée par TURNER dans la profondeur ne serait autre chose que la *fissura circularis externa* de l'insula triangulaire du Chien (Cf. fig. 8 de ZIEHEN avec fig. 6 de KRUEG et fig. 13 et 14 de MARCHAND).

MARCHAND, CLARK, FLATAU-JACOBSOHN se rangèrent à l'opinion de ZIEHEN. WALDEYER (1891), d'abord disposé à accepter la manière de voir de TURNER, s'en détache aussi bientôt sous l'influence de ZIEHEN.

Parmi ces auteurs, MARCHAND (1893) est de beaucoup le plus important, et ceci à cause de sa théorie de l'insula de l'Homme et des Singes. Cette théorie peut être résumée dans les six affirmations suivantes :

1. A la surface du cerveau des Singes anthropoïdes, il existe deux sillons qu'on ne trouve pas sous la même forme à la surface du cerveau de l'Homme : ce sont le sillon fronto-orbitaire et le sillon operculaire (Cf. fig. 9 et 10) ;

2. Le sillon fronto-orbitaire des Singes correspond au circulaire antérieur de Reil de l'Homme ;

3. Le sillon operculaire des Singes représente la partie antérieure du circulaire supérieur de Reil de l'Homme ;

4. La scissure limitant en arrière la circonvolution antérieure exposée, située entre le fronto-orbitaire et l'insula cachée des Singes anthropoïdes, correspond au *sulcus brevis anterior* de l'insula de l'Homme ;

5. Cette scissure divise l'insula en insula antérieure (exposée chez les Anthropoïdes) et insula postérieure ;

6. Le longitudinal représente le sillon principal de l'insula, et l'insula postérieure est divisée en deux circonvolutions par ce sillon (Cf. fig. 11 et 12).

CUNNINGHAM (1892) a constaté aussi, indépendamment de MARCHAND, l'homologie du sillon fronto-orbitaire des Anthropoïdes avec le circulaire antérieur de Reil (Cf. fig. 15).

Dans son étude, CLARK accepte la conception insulaire BROCA-KRUEG (Cf. fig. 16), et l'ouvrage de FLATAU-JACOBSOHN l'accepte aussi (Cf. fig. 17). Ces deux travaux nous montrent la stagnation et la désorientation qui règnent vers la fin de la deuxième période. CLARK cite les travaux de TURNER et de MARCHAND pour nous montrer seulement qu'il était incapable d'en entrevoir l'importance; et FLATAU-JACOBSOHN exposent, dans une remarque à la fin de leur ouvrage, les vues de MARCHAND sans les utiliser.

Pour terminer cet état stagnant, deux hommes de génie apparaissent presque simultanément : l'anatomiste allemand HOLL (1899) et l'anatomiste anglais ELLIOT SMITH (1902). Nous entrons ainsi dans la troisième période, qui n'est pas encore terminée.

Dans sa théorie de l'insula des Mammifères (1899-1900), HOLL arrive aux résultats suivants :

1. Il accepte et démontre l'interprétation de TURNER concernant l'insula des Ursidés (Cf. fig. 18) et il l'applique à l'insula des autres Carnivores et des Ongulés (Cf. fig. 20) ;

2. Il établit pour la première fois la différence entre la scissure sylvienne secondaire (*Sylvia falsa*) et la scissure sylvienne primaire (*Sylvia vera*) ;

3. En appliquant le vieux critère du claustrum (Cf. fig. 19), il élargit considérablement la région insulaire des Mammifères.

Quant à la théorie de l'insula de l'Homme et des Singes, on doit distinguer chez HOLL deux théories bien différentes (on les confond ordinairement), une théorie antérieure (1902) et l'autre postérieure (1909).

Dans la première de ces deux théories, HOLL arrive aux résultats suivants :

1. Le sillon fronto-orbitaire des Singes correspond au circulaire antérieur de Reil chez l'Homme (MARCHAND-CUNNINGHAM) ;

2. L'insula est à diviser en insula antérieure et insula postérieure de MARCHAND ;

3. Le sillon fronto-orbitraire des Singes correspond à la præsylvia des autres Mammifères (MARCHAND) ;

4. Le longitudinal représente le sillon principal de l'insula (MARCHAND) ;

5. L'insula postérieure de l'Homme et des Singes correspond à la première circonvolution arquée des Carnivores (TURNER), tandis que l'insula antérieure correspond à la région du cerveau carnivore située entre la branche antérieure d'ectosylvia et la præsylvia ;

6. Le longitudinal correspond à la *sylvia vera* des Carnivores, le *sulcus brevis anterior* à la branche antérieure et le circulaire postérieur de Reil à la branche postérieure de l'ectosylvia.

Comme on le voit, la première théorie de HOLL est, en somme, une synthèse des vues de MARCHAND et de TURNER.

Après avoir abandonné (partiellement) cette première théorie (probablement sous l'influence de la critique de RETZIUS et peut-être aussi sous l'influence de la théorie correspondante d'ELLIOT SMITH), HOLL n'a pas réussi à donner une forme définitive à sa deuxième théorie, dont il résume les résultats à la fin de sa dernière étude.

La deuxième théorie de HOLL peut être résumée de la façon suivante :

1. Le central et le longitudinal sont des sillons de même importance ;

2. L'insula postérieure des auteurs (EBERSTALLER) représente une circonvolution insu-

laire arquée secondaire, constituée de la cirvonvolution insulaire arquée primaire (Cf. fig. 27) et de la partie insulaire du *gyrus insulo-temporalis* (Cf. fig. 23-26).

3. La circonvolution insulaire arquée primaire correspond à la première circonvolution arquée du cerveau des Carnivores et son sillon principal (le longitudinal) à la *sylvia vera* de ce cerveau ;

4. Le sillon central de l'insula correspond à la branche antérieure et le circulaire postérieur de Reil à la branche postérieure de l'ectosylvia ;

5. L'insula antérieure des auteurs (EBERSTALLER) correspond à la région du cerveau des Carnivores située entre le branche antérieure de l'ectosylvia et la præsylvia ;

6. Le *gyrus insulo-temporalis* et le *gyrus postremus insulæ* correspondent probablement à la deuxième circonvolution arquée du cerveau des Carnivores ;

7. Il existe une évolution progressive de l'insula des Primitas des Singes inférieurs à l'Homme.

Comme on le voit, HOLL transpose dans sa deuxième théorie la branche antérieure de l'ectosylvia du *sulcus brevis anterior* au sillon central, et, en outre, il met la région insulaire contournant la circonvolution insulaire arquée primaire en rapport avec la deuxième circonvolution arquée du cerveau des Carnivores. Cette deuxième théorie représente ainsi une sorte de synthèse entre sa première théorie et celle d'ELLIOT SMITH.

En outre, HOLL a contribué à la connaissance de différentes formes de l'insula humaine (Cf. fig. 21-22).

Dans sa théorie de l'insula des Mammifères, ELLIOT SMITH arrive aux résultats suivants :

1. Il accepte l'interprétation de TURNER concernant l'insula des Ursidés, qu'il applique à l'insula des autres Carnivores, et il élargit encore cette conception par rapport à l'insula des Pinnipèdes (Cf. fig. 28) ;

2. Il établit la différence entre la sicssure sylvienne secondaire (la « vraie » scissure sylvienne) et la scissure sylvienne primaire (la « fausse » scissure sylvienne ou la pseudosylvia) ;

3. Il élargit considérablement la région de l'insula des Mammifères, en déclarant pourtant qu'il n'est pas possible d'en donner une définition exacte.

Sa théorie de l'insula de l'Homme et des Singes consiste dans les cinq affirmations suivantes :

1. Le circulaire supérieur de Reil de l'Homme et des Singes correspond à la partie antérieure de la suprasylvia des autres Mammifères ;

2. Le circulaire postérieur de Reil de l'Homme et des Singes correspond à la pseudosylvia des autres Mammifères (Cf. fig. 29-33) ;

3. Le circulaire antérieur de Reil de l'Homme correspond au sillon fronto-orbitaire des Singes (MARCHAND-CUNNINGHAM) (Cf. fig. 34) ;

4. Le fronto-orbitaire des Singes correspond au sillon diagonal des autres Mammifères (Cf. fig. 35) ;

5. Il existe un processus progressif d'operculisation de l'insula de *Chiromys* à l'Homme.

RETZIUS (1902) a critiqué vivement la première théorie de HOLL concernant l'insula de

l'Homme et des Singes, en insistant surtout sur l'importance toute particulière du sillon central de l'insula.

HOLL et ELLIOT SMITH ont trouvé un successeur et un continuateur digne d'eux en l'anatomiste français R. ANTHONY (1912).

Dans ses études consacrées à l'insula de l'Homme et des Singes (publiées en collaboration avec A. S. DE SANTA-MARIA), ANTHONY arrive aux résultats suivants :

1. Le circulaire antérieur de Reil de l'Homme et le fronto-orbitaire des Singes correspondent à la præsylvia des autres Mammifères (MARCHAND-CUNNINGHAM-HOLL) ;

2. L'insula antérieure des auteurs correspond au *gyrus reuniens* (Cf. fig. 36) des autres Mammifères (dans cette homologation, ANTHONY s'est inspiré partiellement de MARCHAND et de HOLL) ;

3. Le circulaire postérieur de Reil de l'Homme et des Singes correspond à la pseudosylvia des autres Mammifères (ELLIOT SMITH) ;

4. Le circulaire supérieur de Reil de l'Homme correspond, dans sa partie postérieure, à la partie antérieure de la suprasylvia des autres Mammifères (ELLIOT SMITH), tandis que sa partie antérieure (*sulcus transversus gyri reunientis*) est une formation nouvelle (Cf. fig. 37) ;

5. La partie postérieure de la suprasylvia se compose chez l'Homme (Cf. fig. 38) et aussi chez les Singes (Cf. fig. 39) d'une partie directe et d'une partie réfléchie (sillon temporo-pariétal 1) ;

6. Le *sulcus transversus gyri suprasylviani* est une formation nouvelle du complexe sylvien de l'Homme et des Singes (Cf. fig. 38) ;

7. Le bourrelet supérieur du complexe sylvien chez l'Homme se compose (Cf. fig. 40) de l'opercule du *gyrus reuniens* (avec le *transversus gyri reunientis* comme sillon d'operculisation), de l'opercule suprasylvien (les parties antérieure et postérieure directe de la suprasylvia étant son sillon d'operculisation) et de l'opercule holopériphérique (avec le *sulcus transversus gyri suprasylviani* comme sillon d'operculisation) ;

8. Il existe un processus progressif d'operculisation de l'insula (Cf. fig. 41) et une évolution de ses sillons (Cf. fig. 39) à partir de *Chiromys* jusqu'à l'Homme (ici ANTHONY a précisé et complété les vues d'ELLIOT SMITH) ;

9. Le sillon temporo-pariétal 2 de l'Homme correspond peut-être à la branche postérieure de l'ectosylvia des Carnivores (Cf. fig. 43) ;

10. Enfin ANTHONY a proposé, pour la première fois, la division rationnelle de la surface du noépallium en territoire central et territoire périphérique (Cf. fig. 42).

Come on le voit, la théorie de l'insula des Primates d'ANTHONY représente, pour une large part, une sorte de synthèse entre la théorie d'ELLIOT SMITH et la deuxième théorie de HOLL, dont il utilise certains éléments.

Dans la théorie de l'insula des non-Primates, ANTHONY a confirmé les résultats de HOLL concernant l'insula des Ongulés, et il a constaté l'existence d'une région operculisée dans le rhinéencéphalon des Équidés (Cf. fig. 44) et des Cétacés.

Presque simultanément avec ANTHONY, ARIENS KAPPERS a adopté l'homologie de la suprasylvia avec le circulaire supérieur de REIL, proposée par ELLIOT SMITH, et il en a

apporté une preuve nouvelle et importante (Cf. fig. 45). Pour lui, comme pour MARCHAND et pour HOLL, le longitudinal représente le sillon principal de l'insula des Primates, tandis qu'il considère le central pour une néoformation. En outre, il existe d'après lui une évolution de l'insula chez les Mammifères, dont l'évolution de l'insula des Primates constitue une partie intégrante.

Parm les autres auteurs, d'ailleurs peu ncmbreux, qui ont contribué aux nouvelles théories ou qui les ont discutées, E. LANDAU et L. BOLK méritent une mention spéciale.

Enfin, l'auteur ajoute à la fin de son étude, en opinion personnelle, une remarque sur la valeur de ces nouvelles théories de l'insula.

Il trouve que, dans la théorie de l'insula des non-Primates, l'interprétation de TURNER-HOLL de l'insula des Ursidés et la différence entre la scissure sylvienne primaire et la scissure sylvienne secondaire, établie par HOLL et ELLIOT SMITH, doivent être regardées comme des acquisitions définitives.

Dans la théorie de l'insula de l'Homme et des Singes, l'homologie (au moins partielle) entre le circulaire supérieur de Reil et la suprasylvia des autres Mammifères d'une part, et celle entre le circulaire antérieur de Reil chez l'Homme et le fronto-orbitaire chez les Singes d'autre part, sont aussi des acquisitions absolument sûres. Moins sûre est l'homologie entre le fronto-orbitaire des Singes et la præsylvia des autres Mammifères, comme aussi celle entre le circulaire postérieur de Reil et la pseudosylvia. Et le problème de l'ectosylvia reste encore irrésolu.

Mais ce sont des questions de détail. En tout cas, le problème de l'insula de l'Homme, des Singes et des autres Mammifères doit être regardé comme définitivement résolu en principe par l'anatomie comparée nouvelle du cerveau des Mammifères.

LITTÉRATURE

par ordre chronologique et par auteurs

PREMIÈRE PÉRIODE

1. JOHANN CHRISTIAN REIL, Untersuchungen über den Bau des grossen Gehirns des Menschen. Vierte Fortsetzung, dans *Archiv für die Physiologie* von den Professoren JOH. CHRIST. REIL und J. H. R. AUTENRIETH, Bd. IX, 1809, p. 136-208 (mit zwei Tafeln).

2. F. J. GALL et G. SPURZHEIM, Anatomie et physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier. Premier volume, avec 17 planches. Paris, 1810, XXXVII-248 p.

3. J. DÖLLINGER, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des menschlichen Gehirns. Frankfurt a. M., 1814.

4. J. FR. MECKEL, Handbuch der menschlichen Anatomie, 4 Bde, 1815-1820. Dritter Band, Besondere Anatomie, Gefäss-und Nervenlehre. Halle und Berlin, 1817.

5. KARL FRIEDRICH BURDACH, Vom Baue und Leben des Gehirns, 3 Bde, 1819-1826. Zweyter Band, Leipzig, 1822, IV-418 p. (mit sieben Kupfern).

6. H. MAYO, Anatomical and physiological commentaries, 1823.

7. H. MAYO, A series of Engravings intended to illustrate the structure of the Brain and Spinal Chord in Man. London, 1827 (with VII plates).

8. LUIGI ROLANDO, Della struttura degli emisferi cerebrali. Con dieci tavole litographiche. Dans *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino*, t. XXXV. Torino, 1830 (letta 1829), p. 103-146.

9. FR. ARNOLD, Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks. Zürich, 1838.

10. FR. ARNOLD, Handbuch der Anatomie des Menschen. Zweiter Band, zweite Abteilung, 1851.

11. M. FOVILLE, Traité complet de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cérébro-spinal. Première partie, Anatomie. Paris, 1894 (avec atlas de 23 planches).

12. E. HUSCHKE, Schaedel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere nach Alter, Geschlecht und Race, Iena, 1854 (nebst sechs Steintafeln mit photographischen Abbildungen).

13. PIERRE GRATIOLET, Mémoire sur les plis cérébraux de l'Homme et des Primates, Paris, 1854 (sans indication de l'année), et l'Atlas avec 13 planches.

14. FR. LEURET, Anatomie comparée du système nerveux, t. I, Paris, 1839 (*1re édition*), accompagné d'un atlas avec 33 planches in-folio (*2e édition*, 1857; voir nº 17).

15. RICHARD OWEN, On the Anatomy of Vertebrates. Vol. III, Mammals, London, 1868.

16. THOMAS H. HUXLEY, A Manual of the Anatomy of vertebrated Animals, London, 1871.

17. FR. LEURET et P. GRATIOLET, Anatomie comparée du système nerveux. T. I par FR. LEURET; T. II par P. GRATIOLET. Paris, 1839-57 (accompagnée d'un atlas de 32 planches).

DEUXIÈME PÉRIODE

18. PAUL BROCA, Le grand lobe limbique et la scissure limbique dans la série des Mammifères, dans *Revue d'anthropologie*, 1878, t. I, p. 385-498 (réimprimé dans *Mémoires d'anthropologie* de PAUL BROCA, t. V, 1888, p. 259-382).

19. JULIUS KRUEG, Ueber die Furchen auf der Grosshirnrinde der zonoplacentalen Säugethiere, dans *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, Bd. XXXIII, 1880 (mit Tafel XXXIV-XXXVIII).

20. G. GULDBERG, Zur Morphologie der Insula Reilii, dans *Anatomischer Anzeiger*, 1887.

21. OSKAR EBERSTALLER, Zur Anatomie und Morphologie der Insula Reilii, dans *Anatomischer Anzeiger*, Bd. II, 1887, p. 739-50.

22. O. EBERTSALLER, Noch einmal die Insula Reilii, dans *Anatomischer Anzeiger*, Bd. III, 1888, p. 382.

23. SIR WILLIAM TURNER, Report on the Seals, dans *Report of the scientific results of the exploring voyage of. H. M. S. Challenger*, vol. XXVI, Zoology, 1888, p. 1-138 (Plates I-X).

24. SIR WM. TURNER, Comparisons of the convolutions of the seals and walrus with those of the carnivora, and of apes and man. Dans *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXII, 1888, p. 554-581.

25. SIR WM. TURNER, The convolutions of the brain : A study in comparative anatomy. Dans *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXV, 1890, p. 105-153.

26. THEODOR ZIEHEN, Zur vergleichenden Anatomie der Hirnwindungen mit specieller Berücksichtigung der Gehirne von Ursus maritimus und Trichechus rosmarus, dans *Anatomsicher Anzeiger*, Bd. V, 1890, p. 692-709.

27. W. KÜKENTHAL und TH. ZIEHEN, Ueber das Centralnervensystem der Cetaceen, nebst Untersuchungen über die vergleichende Anatomie der Placentalier, dans *Denkschriften der medicinisch-naturwissenschaftlichen Geselschaft zu Jena*, Bd. III, 1893.

28. W. WALDEYER, Sylvische Furche und Reil'sche Insel des Genus Hylobates, dans *Sitzungsberichte der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften*, Sitzung am 19 März 1891, s. 265-276.

29. W. WALDEYER, Das Gibbon-gehirn, dans *Internationale Beiträge zur wissenschaftlichen Medicin*, 1891 (Festschrift für *Virchow*, Bd. I).

30. F. MARCHAND, Die Morphologie des Stirnlappens und der Insel der Anrthopomorphen, dans *Arbeiten aus dem pathologischen Institute zu Marburg*, Bd. II, H. 1, 1893.

31. D. J. CUNNINGHAM, Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres, dans *Royal Irish Academy*, Cunningham Memoirs nº VII, 1892, p. 1-305.

32. D. J. CUNNINGHAM, The insular district of the cerebral cortex in man and in the man-like apes, dan *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXXII, 1897, p. 11-22.

33. TRACE EARL CLARK, The comparative anatomy of the insula, dans *The Journal of comparative Neurology*, vol. VI, 1896, p. 59-100.

34. EDW. FLATAU und L. JACOBSOHN, Handbuch der Anatomie und vergleichenden Anatomie des Centralnervensystems der Säugetiere. I Markroskopischer Teil. Berlin, 1899, XVI-578 p. Mit 126 Abbildungen im Text und 22 Abbildungen auf 7 Tafeln.

TROISIÈME PÉRIODE

35. MORITZ HOLL, Ueber die Insel des Carnivorengehirns, dans *Archiv für Anatomie und Physiologie Anatomische Abteilung*, 1899, s. 217-266 (Taf. XI-XIII).

36. M. HOLL, Ueber die Insel des Ungulatengehirns, dans *Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung*, 1900, s. 295-334 (Taf. XVIII-XX).

37. M. HOLL, Ueber die Insel des Menschen-und Anthropoidengehirnes, dans *Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung*, 1902, s. 1-44 (Taf. I-II).

38. M. HOLL, Zur Morphologie der menschlichen Insel, dans *Archiv für Anatomie und Phyisologie, Anatomische Abteilung*, 1902, s. 330-334 (Taf. XVIII).

39. M. HOLL, Ueber die äusseren Formverhältnisse der Insula Reilii, dans *Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung*, 1903, s. 321-332.

40. M. HOLL, Ueber die Insel des Delphingehirns, dans *Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische, Abteilung*, 1903, s. 333-344.

41. M. HOLL, Zur vergleichenden Morphologie der « vorderen Insel » des menschlichen Gehirns, dans *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXVII, 1908, s. 325-364 (mit 4 Tafeln und einer Textfigur).

42. M. HOLL, Die Insel des Menschen-und Affenhirns in ihrer Beziehung zum Schläfenlappen, dans *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXVII, 1908, s. 365-410 (mit 5 Tafeln).

43. M. Holl, Ueber bisher unbekannte Bildungen im hintersten Inselgebiet des Menschen-und Affenhirns, dans *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXVIII, 1909, s. 129-178 (mit 4 Tafeln).

44. M. Holl, Die Entwicklung der Bogenwindung an der hinteren Insel des Menschen-und Affenhirns, dans *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, Bd. CXVIII, 1909, s. 265-371 (mit 2 Tafeln).

45. G. Elliot Smith, The Brain in the Edentata, dans *The Transactions of the Linnean Society of London*, 2nd Ser., Zoology, vol. VII, part. 7, 1899, p. 277-394 (with 36 illustrations in the Text).

46. G. Elliot Smith, The Brain of the Mammalia, dans *Decriptive and illustrated Catalogue of the Phyioslogical series of comparative Anatomy contained in the Museum of the Royal College of Surgeons of England*, vol. II second edition, 1902, p. 138-481.

47. G. Elliot Smith, On the Morphology of the Brain in the Mammalia, with Special Reference to that of the Lemurs, Recent and Extinct, dans *The Transactions of the Linnean Society of London*, 2nd Ser., Zoology, vol. VIII, part 10, 1903, p. 319-432 (with 66 illustrations in the Text).

48. G. Elliot Smith, On the homologies of the cerebral sulci, dans *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXXVI, 1902, p. 309-319.

49. G. Elliot Smith, A note on an exceptional human Brain presenting a pithecoid Abnormality of the Sylvius region, dans *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXXVIII, 1904, p. 158-161.

50. G. Elliot Smith, A note on Professor Landau's memoir on « the comparative anatomy of the nucleus amygdale, the claustrum and the insular cortex », dans *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. LIII, 1919, p. 361-362.

51. H. Zingerle, Zur Morphologie und Pathologie der Insel des menschlichen Gehirns, dans *Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung*, 1902, s. 335-341, Taf. XVIII.

52. Gustaf Retzius, Das Menschenhirn, Stockholm, 1896, 2 Bände.

53. G. Retzius, Zur Morphologie der Insula Reili, dans *Biologische Untersuchungen*, Neue Folge, Bd. X, 1902, s. 15-20, Taf. IV-VI.

54. G. Retzius, Das Affeuhirn, in bildlicher Darstellung. Stockholm-Jena, 1906.

55. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria, L'évolution du gyrus reuniens chez les Primates (l'insula antérieure et son operculisation), dans *Comptes rendus*, 1911, p. 1250-1253 (avec 3 figures).

56. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria, Essai d'un nouveau plan descriptif du cerveau de l'Homme et des Singes basé sur l'évolution morphologique du pallium dans la série des Mammifères, dans *Revue scientifique*, 1912, p. 238-241 (avec 4 figures).

57. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria, Le territoire central du néopallium chez les Primates. — I. Considérations sur la signification morphologique générale et l'operculisation de l'insula antérieure chez les Anthropoïdes et chez l'Homme, dans *Revue anthropologique*, 1912, p. 141-155 (avec 6 figures).

58. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria, Le territoire central du néopallium chez les Primates. — II. Le circulaire supérieur de Reil et la suprasylvia chez les Lémuriens, les Singes et l'Homme, dans *Revue anthropologique*, 1912, p. 275-290 (avec 7 figures).

59. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria, Le territoire périphérique du néopallium chez les Primates. — I. Le système operculaire supérieur du complexe sylvien chez les Lémuriens, les Singes et l'Homme (signification morphologique de ses parties constitutives), dans *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 1912, p. 293-317 (avec 14 figures).

60. R. Anthony et A. S. de Santa-Maria, Recherches sur la morphologie télencéphalique du Lepilemur à l'état adulte et au cours du développement ontogénique, dans *Nouvelles Archives du Muséum*, 1913, p. 1-38 (avec 11 figures et 2 planches).

61. R. Anthony, Le développement du cerveau chez les Singes. Première partie : Anthropoïdes. Dans *Annales des sciences naturelles, Zoologie*, 1916, p. 1-118 (69 figures et 8 planches).

62. R. Anthony, La morphologie du cerveau chez les Singes et chez l'Homme. Résumé du cours d'anthropologie anatomique (1911-1912), dans *Revue anthropologique*, 1917, p. 95-166, 195-203, 236-250, 298-305 (55 figures).

63. R. Anthony et F. Coupin, Le cerveau de l'Ours nouveau-né, dans *Album Societatis scientiarum Leopolensis*, 1925.

64. R. Anthony et J. Boteh, Le développement du cerveau de l'Ours, dans *Journal of Anatomy*, 1925.

65. R. Anthony, Sur un cerveau de fœtus de Mégaptère, dans *Comptes Rendus*, 1925.

66. R. ANTHONY, Anatomie comparée du cerveau. Leçons sur le cerveau (Cours d'anatomie comparée du Muséum), Encéphale envisagé dans son ensemble, Télencéphale. Paris, 1928.

67. R. ANTHONY et J. DE GRZYBOWSKI, Le néopallium des Équidés, étude du développement de ses plissements, dans *Journal of Anatomy*, vol. LXIV, 1930, p. 147-169 (avec 17 figures dans le texte et une planche).

68. E. ZUCKERKANDL, Zur Oberflächenmodellierung des Atelesgehirns, dans *Arbeiten aus dem neurologischen Institut der Universität Wien*, Bd. XVIII, 1910.

69. L. BOLK, Beiträge zur Affeuanatomie. II. Ueber das Gehirn von Orang Utan, dans *Petrus Camper*, 1901.

70. L. BOLK, Beiträge zur Affeuanatomie. VII. Das Gehirn von Gorilla, dans *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, Bd. XII, 1909.

71. C. U. ARIENS KAPPERS, La signification des fissures du cerveau en général et leur rapport avec les localisations cérébrales intrinsèques dans la région insulaire et le lobe frontal, dans *Le Névraxe*, vol. XIV (livre jubiaire dédié à M. A. Van Gehuchten), 1913, p. 217-47 (avec 7 figures).

72. C. U. ARIENS KAPPERS, Cerebral Localization and the Significance of Sulci, dans *XVII-th International Congress of Medicine* (Anatomy and Embryology). London, 1913, p. 273-392 (with 9 figures).

73. C. U. ARIENS KAPPERS, Die vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und des Menschen. II-er Abschnitt, Vergleichende Anatomie des Kleinhirns, des Mittel-und Zwischenhirns und des Vorderhirns. Haarlem, 1921.

74. E. LANDAU, The comparative anatomy of the nucleus amygdale, the claustrum and the insular cortex, dans *Journal of Anatomy and Physiology*, vol. LIII, 1919, p. 351-360.

75. E. LANDAU, Anatomie des Grosshirns, Formanalytische Untersuchungen. Bern, 1923.

TABLE DES MATIÈRES

Éponges de Lamarck
conservées au Muséum de Paris

PAR E. TOPSENT
Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

DEUXIÈME PARTIE (1)

Spongia vasculum Lamarck.

(Pl. I, fig. 3.)

51. Éponge creuset. *Spongia vasculum* (*A. M.*, p. 385 et *A. s. V.*, p. 364).

Calyx vasculum (Lamarck).

Le type, vraisemblablement, quoique les étiquettes qui le désignent ne datent pas du temps de Lamarck. Sa forme générale, l'épaisseur de ses parois, l'état de ses surfaces ainsi que de son rebord correspondent aux détails de la description originale.

La base, effilée, en est tachée de rouille et de peinture noire, traces d'essais anciens pour le planter sur un support. La cavité pénètre jusqu'à une distance au-dessus du niveau ainsi souillé à peu près égale à l'épaisseur des parois, qui est de 5 à 6 millimètres. Le calice, grisâtre, est ferme, presque sans souplesse. La face interne en est unie, imperforée et parfaitement lisse partout où des frottements ne l'ont pas endommagée. Un réseau ectosomique serré la revêt. Il s'en étendait un semblable sur la face externe, mais il n'existe plus que par places, à l'abri de dépressions légères, polyspiculé, adhérent, à trame épaisse de 40 μ environ, à mailles arrondies de 210 à 250 μ de diamètre. Ailleurs, mis à découvert, les pores se montrent, nombreux, assez étroits, et le squelette interne apparaît fibreux.

La charpente consiste essentiellement, en effet, en lignes polyspiculées, tenaces, longues et lâchement ramifiées, dont les unes gagnent obliquement la surface, tandis que les autres affectent une direction verticale. Ce sont ces dernières dont les terminaisons, libérées par usure au pourtour de la coupe, lui communiquent artificiellement un aspect laineux. De courts rameaux échangés par ces fibres consolident le squelette, qui est dense et résistant.

(1) La première partie a été publiée en 1930 (**83**), avec les numéros **1-45** de l'index bibliographique.

Les fibres, où les spicules sont empaquetés en long par de la spongine non débordante, mesurent généralement 70 μ à 120 μ d'épaisseur, les plus fines pouvant n'en avoir que 40. Elles diffèrent, en somme, peu de grosseur entre elles.

Les spicules sont des *oxes* peu courbés, mesurant souvent 195 à 230 μ sur 6 ou 7. Mais leurs dimensions varient ainsi que la conformation de leurs extrémités. En principe, progressivement pointues, celles-ci s'émoussent la plupart du temps plus ou moins, à l'occasion, même, jusqu'à convertir des oxes en strongyles purs : ou bien l'une d'elles seulement s'efface et réduit le spicule en strongyloxe ayant un bout rond et l'autre en cône obtus. Quelques spicules, oxes ou strongyles, sans différer beaucoup de longueur, s'épaississent jusqu'à 8 ou 9 μ. Par contre, il en est de 5 et 4 μ d'épaisseur. A noter surtout l'existence dans le réseau dermique d'assez nombreux spicules courts, à bouts peu pointus ou entièrement arrondis, microxes et microstrongyles, variant entre 64 μ sur 4 et 40 μ sur 2 μ 5.

Par sa forme, par son squelette fait de lignes polyspiculées longues, de grosseurs peu différentes, densément entre-croisées, par son étroit réseau ectosomique et par ses spicules diactinaux, *Spongia vasculum* se révèle comme une espèce du genre *Calyx*. Les petits spicules dont son réseau dermique se parsème rappellent ceux de certaines *Petrosia*.

La provenance de *Calyx vasculum* est inconnue.

Spongia Othaitica Lamarck.

54. Éponge d'Othaïti. *Spongia Othaitica* (*A. M.*, p. 386 et *A. s. V.*, p. 365).

Phyllospongia (*Carterispongia*) *foliascens* (Pallas).

Trois spécimens. Une seule étiquette originale.

Lendenfeld a établi pour cette Éponge commune la priorité du nom *Spongia foliascens* Pallas (**28**, p. 395) sur celui de *Spongia Othaitica* Esper (**11**, p. 209, Pl. LXI, fig. 7 et 8), emprunté par Lamarck. Sans remonter aussi haut dans la littérature, on aurait trouvé, même parmi les Éponges de Esper, un nom plus ancien que *Othaitica*, puisque, d'après mes constatations (**40**, p. 317), *Spongia penicillata* Esper (**10**, p. 250, Pl. XXX), dont le type appartenait à Hermann, à Strasbourg, était déjà une *Spongia foliascens* Pallas, en forme d'éventail pédonculé. Esper lui-même a noté la ressemblance de sa *S. Othaitica* avec *S. penicillata* (**11**, p. 209).

La comparaison que Lamarck a faite de ses *Spongia brassicata*, *S. cyathina* et *S. Othaitica* entre elles permet de supposer que les deux premières, dont les types se trouvent égarés, sont aussi des *Phyllospongia*.

Spongia costifera Lamarck.

55. Éponge porte-côtes. *Spongia costifera* (*A. M.*, p. 432 et *A. s. V.*, p. 365).

Stelospongia costifera (Lamarck) Lendenfeld.

Le type, avec une étiquette de Lamarck, libellée « *Spongia costifera*, ép. porte-Costes, vieux individu ». Une autre étiquette, relativement récente, porte : « *Stelospongia costifera* Lk., baie des Chiens marins. Mrs. Péron et Lesueur ».

Le spécimen a la forme, la couleur et la hauteur indiquées. Il est entièrement macéré. Sa marge a été entaillée de coupures rectilignes pour prélèvement d'un fragment qui a dû mesurer de 35 à 50 millimètres de hauteur, près de 30 millimètres de largeur et 10 millimètres d'épaisseur en bas. C'est, peut-on supposer, celui que Lendenfeld dit avoir examiné et qui l'a conduit à identifier ses spécimens à *Spongia costifera* Lamarck.

L'Éponge appartient réellement au genre *Stelospongia*. Sa base manque. Sa forme, comparée à celle d'un verre à pied, est, en effet, plus infundibuliforme que celle décrite par Lendenfeld. Ses côtes externes, bien accusées et faites de touffes en séries longitudinales, courent à intervalles de 5 à 7 millimètres, mais les internes, plus rapprochées, paraissent en général comme usées et ne deviennent un peu saillantes que vers le fond de l'entonnoir.

Les détails des fibres diffèrent aussi quelque peu de ceux que Lendenfeld a consignés. Les fibres principales des fascicules sont épaisses de 100 à 210 μ. Au lieu de s'y disposer suivant une étroite bande axiale, des spicules brisés s'y répandent sans ordre, souvent sur toute leur largeur. Les fibres d'union intrafasciculaires, courtes et sans enclaves, ne sont épaisses que de 35 à 115 μ. Celles, enfin, du réseau conjonctif lâche, interfasciculaire, varient entre 55 et 140 μ d'épaisseur.

L'hypothèse de Ridley que *Spongia costifera* Lamarck serait un *Echinodictyum* (*E. costiferum*, **32**, p. 455 et Pl. XLII, *r*) n'est pas à retenir.

Spongia labellum Lamarck.

(Pl. I, fig. 4, 8 et 9.)

56. Éponge cuvette. *Spongia labellum* (*A. M.*, p. 432 et *A. s. V.*, p. 365).

Adreissa labellum (Lamarck).

Deux spécimens avec étiquettes originales. L'un (Pl. I, fig. 4), haut de 8 centimètres environ, large de 10, figure une sorte d'entonnoir un peu plissé, à bords festonnés, limités par un bourrelet. Il a une ressemblance incontestable avec l'Éponge qu'a fait dessiner Turgot (**84**, Pl. XXIV, fig. *c*), savant dont Lamarck l'a tenu, mais on ne peut l'y trouver identique, leurs plis ne se superposant pas. Une grave mutilation en a supprimé tout un côté. Sa face inférieure, restée à l'abri des poussières, est jaune-paille. Sa cavité pénètre sa partie

conique, qui ne repose pas sur un pédicule. Ses nervures longitudinales font saillie sur ses deux faces ; les interstices en ont été dits en treillis, surtout sans doute parce que de nombreuses papilles claires, aplaties par la dessiccation, se tiennent couchées obliquement sur elles et de chaque côté d'elles, et les font paraître comme couvertes et accompagnées de cordelettes. Il arrive aussi que les papilles placées en série sur ces nervures mêmes restent dressées et les marquent d'une crête dentelée, plus ou moins en relief.

Ce spécimen correspondant au type de *Spongia labellum* de Lamarck, l'autre (Pl. I, fig. 8) en représente certainement la variété β, *amplior, parietibus undulatoplicatis*. Il est en cuvette sessile, haute seulement de 6 à 8 centimètres, mais large de 19 sur 5 à 12, mesures difficiles à évaluer, tant ses plis sont accusés. Il résulte peut-être d'une fusion d'individus, car une sorte de columelle centrale, compliquée, digitée, s'élève du fond de sa cavité jusqu'à 20 à 25 millimètres de hauteur. Il est encore remarquable du fait que ses bords n'ont pas de bourrelet et que les nervures s'y terminent comme autant de denticules plus ou moins dégagés. Enfin, mieux que le type, il laisse voir par transparence des anastomoses transversales, courtes et généralement obliques entre les nervures parallèles.

Ni l'un ni l'autre ne montre d'orifices aquifères. Nulle hispidation non plus. Leur consistance a été comparée à du carton. L'immersion dans l'eau les assouplit. On reconnaît alors que la chair vivante a dû être assez épaisse, probablement collenchymateuse, et que des papilles se dressaient sur sa surface glabre au niveau des touffes de spicules demeurant incluses. Les nervures étant plus dissimulées, l'aspect général pouvait rappeler alors celui des *Acanthella*.

Mais, pas plus que la spiculation, la disposition de la charpente en lignes robustes, compactes, bien définies, isodiamétriques et solidaires, dans un plan, ne permet de confondre *Spongia labellum* avec les *Acanthella*. On ne peut pas non plus la considérer comme une *Phakellia*. Les définitions que Dendy a données en 1921 (**4**, p. 116 et 119) des genres *Phakellia* et *Acanthella* sont par trop simplistes, puisqu'elles ne tiennent compte ni de la structure du squelette ni du type des mégasclères présents.

Il est facile de se rendre compte de l'état de la charpente de *S. labellum* en examinant le type de *Spongia sportella* Lamarck (Pl. I, fig. 9), qui est précisément une *S. labellum* entièrement macérée. Outre les lignes radiales et leurs anastomoses, il montre la base de l'Éponge, faite d'un paquet serré de bandes spiculeuses de même sorte.

Il n'existe d'autres spicules que des *styles*. Chaque nervure, comparable à l'axe d'un *Adreus*, est un cylindre compact de styles qui s'entre-croisent sans s'écarter beaucoup de leur direction principale et que relie de la spongine assez pâle. Le diamètre de ces cylindres est surtout compris entre 480 et 770 μ ; il atteint rarement 1 millimètre. Leur écartement peut n'être pas plus considérable ; tout au plus peut-il devenir deux fois plus grand. Ils sont nettement délimités. Sans perdre de leur substance, ils portent des touffes, extrêmement copieuses mais dépourvues de spongine, de styles serrés et placés bout à bout, qui, gagnant obliquement la surface et s'épanouissant un peu à son approche, sans la dépasser, servent de soutien aux papilles. L'examen par transparence des papilles qui s'alignent en crête dentelée sur les nervures montre dans chacune d'elles deux et même trois de ces longues touffes, convergentes en leur sommet. Entre ces touffes, la chair est claire et trans-

lucide et contient, clairsemés, des styles de taille assez faible, soit par faisceaux de deux à quatre unités, soit solitaires et, dans ce cas, surtout grêles et flexueux.

Les styles sont inégaux, en général peu courbés, à pointe courte, à base habituellement toute simple, rarement cerclée d'un bourrelet léger, complet ou non. Leur inégalité est absolue dans les colonnes axiales, où ils varient entre 915 μ de longueur sur 22 μ d'épaisseur et 265 μ seulement sur 6 μ, ceux des tailles extrêmes s'y trouvant, d'ailleurs, en minorité. Dans les touffes puissantes qui se portent vers la surface de l'Éponge, s'établit une répartition plus nette des spicules suivant leur taille ; ceux qui en forment la base sont grands et épais de 12 à 15 μ, tandis que ceux qui les terminent, plus courts, n'ont pour la plupart que 7 à 8 μ d'épaisseur. Les styles qui parsèment la chair ne mesurent guère que 285 à 160 μ de longueur pour une épaisseur de 4 à 2 μ seulement ; ceux d'entre eux qui se tiennent solitaires demeurent surtout très fins et se montrent presque constamment flexueux.

Avec ces caractères, *Spongia labellum* devient le type d'un genre nouveau d'Axinellides, ainsi nommé et défini :

Genre *Adreissa*. Axinellides sans microsclères, lamelleuses, cratériformes, plus ou moins plissées, se donnant pour charpente des cylindres radiaires compacts, continus, isodiamétriques, disposés dans un plan avec de brèves anastomoses, bien délimités et composés de styles entre-croisés que de la spongine unit. La chair, collenchymateuse, est traversée par des touffes puissantes et denses de spicules, appuyées sur les cylindres axiaux et soulevant, d'autre part, les deux faces en papilles nombreuses qui restent glabres ; elle se parsème, en outre, de spicules de taille assez faible, groupés par petits faisceaux ou solitaires, grêles ou flexueux. Les mégasclères sont uniquement des styles,

Lamarck ignorait l'habitat de *Spongia labellum*, mais il a été mieux renseigné au sujet de sa prétendue *Spongia sportella* et, d'après cela, on sait que *Adreissa labellum* (Lamarck) est une Éponge de Madagascar.

Spongia calyciformis Lamarck.

57. Éponge caliciforme. *Spongia calyciformis* (*A. M.*, p. 432 et *A. s. V.*, p. 365).

Axinella arctica (Vosmaer).

Un spécimen typique, avec étiquette autographe. La description originale indique bien la différence d'aspect des deux faces, imprimée par la structure phakellioïde de la charpente fondamentale. Mais les spicules sont des oxes et des styles, et il n'en existe pas de flexueux. Il s'agit, en somme, d'un spécimen infundibuliforme de l'Éponge polymorphe et à spicules assez variables dans leurs dimensions que Vosmaer a appelée *Phakellia arctica* (**85**).

Lamarck s'est mépris en l'identifiant à *S. caliciformis* Esper, puisque, d'après Ehlers (**7**, p. 21), il faut voir en celle-ci *Tragosia infundibuliformis* (Johnston). C'est sans soupçonner cette distinction que Lamouroux a substitué (**21**, p. 45) le nom de *Spongia pocillum* à celui dont s'est servi Lamarck.

Spongia venosa Lamarck.

58. Éponge veineuse. *Spongia venosa* (*A. M.*, p. 433 et *A. s. V.*, p. 366).

? *Phakellia ventilabrum* (Johnston).

Ce que Lamarck a dit de *Spongia venosa* semble s'appliquer à quelque *Phakellia ventilabrum*. Il en est une, montée sur socle, étiquetée à tort *Spongia cyathina* de la baie des Chiens marins, un peu plus petite que le type non retrouvé de *S. venosa* et sans pédicule, à qui, sans cela, conviennent les détails de la description.

Si *Spongia venosa* est bien *Phakellia ventilabrun*, il était naturel de la comparer à *Spongia sportella* (soit *Spongia labellum*). Par dessiccation, le retrait d'une chair peu abondante perfore les intervalles entre les rameaux de plus en plus fins des nervures arborescentes de *P. ventilabrum*. La chair, épaisse et papilleuse, des *Adreissa labellum* bien conservées recouvre, au contraire, en se desséchant les mailles de leur réticulum grossier, mais on ne saurait méconnaître la parenté de ces Éponges.

Spongia sportella Lamarck.

(Pl. I, fig. 9.)

59. Éponge corbeille. *Spongia sportella* (*A. M.*, p. 433 et *A. s. V.*, p. 366).

Adreissa labellum Lamarck.

Il s'agit d'un spécimen complètement macéré de la *Spongia labellum* (Voir p. 64) que Lamarck avait méconnu. L'hypothèse en a été formulée dans la deuxième édition de l'*Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres* (**20**, p. 556). L'examen des spicules en fait une certitude.

Haut de 6 à 10 centimètres, large de 12 dans son plus grand sens, pédiculé et plissé, le spécimen a, dans cet état, la valeur d'une préparation fort belle de la charpente de l'espèce. La terminaison brusque, sans le moindre amincissement, des bandes spiculeuses radiaires se remarquait déjà sur le bord du représentant de la variété β. Le pédicelle, qui manquait aux deux *Spongia labellum*, a une structure fort intéressante.

Le squelette d'Éponges ainsi constituées est capable de résister longtemps à la macération. La figure 6 de la planche XCV de Séba (**38**) en représente vraisemblablement un, comme Lamarck l'a supposé.

Une étiquette indiquant l'Éponge corbeille comme rapportée de Madagascar par Commerson, en 1769, renseigne sur la provenance autrement ignorée de *Adreissa labellum*.

Spongia bursaria Lamarck.

(Pl. I, fig. 2.)

60. Éponge bursaire. *Spongia bursaria* (*A. M.*, p. 433 et *A. s. V.*, p. 366).

Spinosella villosa (Pallas).

Deux spécimens étiquetés par Lamarck lui-même représentent sa *Spongia bursaria*. Composés de tubes évasés, distincts mais plus ou moins concrescents et tous comprimés dans le même plan, ils ont la structure et les tubercules acuminés caractéristiques des *Spinosella*.

Le spécimen le plus petit (Pl. I, fig. 2), à trois tubes, est haut de 14 centimètres et large de 18. L'autre, où Lamarck a compté cinq bourses inégales, mesure 16 centimètres de hauteur et en atteint 30 de largeur. Les tubercules en sont un peu moins espacés.

Minces, foliacées, leurs parois à tous deux se laissent, par transparence, sur une bonne partie de leur hauteur, voir parcourues par des bandes longitudinales sombres, nervures internes dont la terminaison vient rendre leur marge denticulée. Les tubercules s'élèvent de ces nervures à des intervalles inégaux, et leur origine explique qu'ils se placent parfois en séries longitudinales apparentes. Ils s'inclinent généralement un peu vers le haut, les supérieurs plus fortement que les autres, jusqu'à servir de transition aux denticules marginaux. Un réseau dermique très fin tapisse la surface externe, même sur les tubercules, et tamise l'eau d'inhalation. Rien de semblable n'existe sur la face cloacale, lisse. Les orifices exhalants, épars, nombreux, mais petits et dépassant rarement 1 millimètre de diamètre, y sont simplement encerclés par de la charpente générale, un peu condensée.

Cette charpente a pour lignes fondamentales des fibres jaunâtres, épaisses de 40 à 70 μ, peu densément pourvues d'oxes suivant leur axe. Dans l'ensemble, elles dessinent un réseau assez lâche, mais ce sont elles qui, se rapprochant par faisceaux, constituent par places les nervures internes ainsi que l'axe des tubercules. A la périphérie, où leur grosseur atteint souvent 110 μ, elles rayonnent autour de la base des tubercules. Dans les mailles du réseau principal se tend un réseau secondaire à mailles diversiformes, de 100 μ de diamètre environ, fait de fibres plus claires, seulement épaisses de 10 à 25 μ, ne contenant que des spicules solitaires, clairsemés, souvent même aspiculeuses. Quant au réseau dermique, ses fibres pâles, pauvres en spicules et n'ayant guère que 5 à 10 μ d'épaisseur, dessinent des mailles de 30 à 50 μ dans leur plus grande dimension.

Les oxes, doucement courbés, non fusiformes, à pointes brusquement produites, sont longs de 90 à 100 μ et généralement épais de moins de 5 μ.

Fait surprenant, Lamarck n'a pas vu la ressemblance de ce qu'il a appelé *Spongia bursaria* avec une Éponge figurée par Esper (**10**, Pl. VII, A) sous le nom de *Spongia aculeata* Linné. C'est un individu à un seul tube qui appartenait à Hermann. Il a été dessiné de façon reconnaissable. Comme il est conservé au Musée zoologique de Strasbourg, j'ai eu l'occasion d'en donner une description détaillée (**40**, p. 315). Ses caractères sont en tout

conformes à ceux des *S. bursaria* de Lamarck. Linné a appliqué à plusieurs Éponges douteuses le nom de *Spongia aculeata*. Pallas, au contraire, avait si clairement caractérisé sa *Spongia villosa* (**28**, p. 242) que, sachant fort bien avoir affaire à elle, Esper a inscrit *villosa* Pallas, en sous-titre de sa planche.

C'est à *Spongia foliacea* Esper (**11**, Pl. LVI) que Lamarck a comparé *S. bursaria*. Peut-être Esper a-t-il créé cette espèce pour une moitié de tube détachée ou pour un spécimen anormal, gêné dans son développement et empêché de s'enrouler en cornet, de *Spongia villosa*. En tout cas, la priorité reste à *S. villosa*. Ehlers, qui a étudié le type de *S. foliacea*, a établi d'après lui le genre *Platychalina* (**7**, p. 21), maintenu par Lendenfeld (**23**, p. 792) et qui, remarquons-le, se trouve être très antérieur à *Spinosella* Vosmaer (**43**, p. 342). Mais, si légèrement qu'ait agi Vosmaer au sujet de ce genre *Platychalina* (**43**, p. 394), il serait peut-être raisonnable de s'entendre pour le laisser de côté, puisqu'il a une compréhension inexacte.

Plaçant dans leur genre *Tuba* (de nom préoccupé) la *Spongia bursaria* de Lamarck, Duchassaing et Michelotti ont fait savoir (**6**, p. 48) qu'elle vit aux Antilles. Leur *Tuba megastoma* n'en serait pas distincte si, comme il semble, ce qu'ils en ont dit a trait à ses variations de forme.

Lendenfeld, qui a cité d'autres *Tuba*, n'a fait mention parmi ses Chalinines (**23**) d'aucun des noms précités. Il est étonnant que, pas rare dans les musées et d'aspect si particulier, *Spinosella villosa* Pallas ait occupé si peu de place dans la littérature. Croyant la découvrir, de provenance inconnue, Lendenfeld l'a inutilement nommée *Spinosella infundibulum* n. sp., en 1912 (**69**). La photographie qu'il en a donnée n'est guère plus expressive que les dessins d'Esper. Huit ans avant Esper, Guettard lui avait consacré une planche (**13**, p. 149, Pl. XII), sans lui donner de nom spécifique.

Spongia bilamellata Lamarck.

61. Éponge bilamellée. *Spongia bilamellata* (*A. M.*, p. 436 et *A. s. V.*, p. 266).

Cribrochalina bilamellata (Lamarck).

Le type se compose de deux lames en éventail, hautes de 27 centimètres, larges de 33, très rapprochées l'une de l'autre, en continuité d'un court entonnoir porté sur un pédicule évidemment incomplet, haut de 3 à 5 centimètres, épais d'autant. La face externe en est entièrement scrobiculée par des bourrelets irréguliers, plus saillants en bas qu'en haut ; l'interne est à peu près unie.

La collection contient en outre une lame détachée, qu'une étiquette de Lamarck dit être un « petit fragment de l'éponge bilamellée ». D'autres étiquettes indiquent l'île King comme lieu de provenance.

Des lignes concentriques d'accroissement plus ou moins marquées s'observent sur la face interne des spécimens.

Carter a retrouvé cette Éponge sur la côte sud de l'Australie et, la reconnaissant au

texte de Lamarck, l'a redécrite sous le nom de *Cavochalina bilamellata* Lam., en 1885 (**3**, p. 287). C'est, en effet, une Chalinine.

Lendenfeld l'a revue et bien figurée en 1887 (**23**, p. 791, Pl. XXI, fig. 38 et 39), mais il l'a appelée *Placochalina pedunculata* n. sp., var. *dura* et var. *poculum*, en écartant délibérément la dénomination dont Carter s'était servi et en risquant de *Cribrochalina infundibulum* O. Schmidt, des Antilles, avec sa prétendue nouvelle espèce une fusion à laquelle il ne tarda d'ailleurs pas à renoncer (**24**, p. 91).

Les genres *Cavochalina* Carter et *Placochalina* Lendenfeld n'ont pas la priorité sur le genre *Cribrochalina* O. Schmidt, auquel *Spongia bilamellata* peut fort bien être rapportée, car un fin réseau couvre ses orifices, sur ses deux faces, partout où celles-ci sont encore en bon état de conservation.

Le genre *Pachychalina* O. Schmidt, où Dendy était d'avis de l'inscrire (**56**, p. 292), n'est plus tenu pour valable.

Spongia bilamellata Lamarck, var. β.

Echinodictyum bilamellatun (Lamarck) Ridley.

Haut de 28 centimètres, le spécimen a un pédicule comprimé, rectiligne sur près de 4 centimètres, puis progressivement étalé avant de dresser deux lames parallèles, très rapprochées, hautes par elles-mêmes de 15 à 16 centimètres environ et larges de 29 à 32 centimètres. Sa forme générale comme sa taille, l'épaisseur de ses lames et les bourrelets en réseau que porte seule leur face externe expliquent fort bien que Lamarck l'ait confondu spécifiquement avec *Cribrochalina bilamellata*. Pour l'état lisse de sa vaste expansion pédiculaire, il l'a seulement considéré comme représentant une variété β, *lamellis intus sublævigatis*.

Il vaut beaucoup plus, ayant été, en 1881 (**72**, p. 493), promu par Ridley type du genre *Echinodictyum* et de l'espèce *E. bilamellatum* (Lamarck).

A même d'en étudier un fragment offert au British Museum, cet auteur en a fait connaître les caractères microscopiques et figuré les spicules (*l. c.*, Pl. XXVIII, fig. 1 et 3-5), sous ces réserves que les acanthostrongyles groupent un amas de petites épines en leur bout libre et que les deux tailles d'oxes ne sont pas sans intermédiaires.

Echinodictyum bilamellatum est une Éponge très répandue sur les côtes d'Australie. Hentschel (**64**, p. 385) estime que *Echinonema vasiplicatum* Carter ne s'en distingue pas, et Hallmann (**61**, p. 267) a émis la même opinion au sujet des *Kalykenteron elegans* et *K. silex* de Lendenfeld.

En définitive, les auteurs ont, avec raison, fait de *Spongia bilamellata* et sa variété deux Éponges très différentes : *Cribrochalina bilamellata* (Lamarck) Carter et *Echinodictyum bilamellatum* (Lamarck) Ridley. Ainsi doivent se dissiper des hésitations comme celles que Whitelegge a manifestées (**45**, p. 456).

Spongia calyx Lamarck.

(Pl. II, fig. 1.)

62. Éponge calice. *Spongia calyx* (*A. M.*, p. 434 et *A. s. V.*, p. 366).

Thorecta calyx (Lamarck).

Lamarck a donné à *Spongia calyx* 7 à 14 centimètres de hauteur, parce qu'il pensait en avoir deux spécimens. De ces Éponges, en état de macération complète, l'une (Pl. II, fig. 2), coupe pédiculée, blonde, haute de 7 centimètres, à face externe décomposée en alvéoles de 5 à 8 millimètres de diamètre et à charpente assez faible et assez serrée, est, en réalité, une forme de *Thorecta erecta* (Hyatt) Whitelegge.

L'autre, type de *Spongia calyx* (Pl. II, fig. 1), haute de 14 centimètres, de couleur assez sombre, est cette coupe pédiculée dont la cavité, sans oscules, a été dite rétrécie par les gibbosités irrégulières de sa paroi interne. Deux d'entre elles, particulièrement accentuées, résultent de plissements de la paroi entière. Pas d'alvéoles à l'extérieur.

La charpente étant fort robuste, le corps, de consistance ferme, est très peu compressible.

La régularité du réseau corné a fixé l'attention des auteurs de la deuxième édition de l'*Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres*, qui ont essayé de la décrire (**20**, p. 556). Les fibres primaires, épaisses de 175 à 260 μ dans l'eau, contiennent seulement suivant leur axe une bande continue de débris de spicules, auxquels se mêlent par places et en faible proportion de petits grains de sable. Leur écartement est de $1^{mm},3$ à $1^{mm},8$, de sorte que leurs terminaisons composent, avec les fibres secondaires qui les relient, un réseau superficiel à mailles carrées ou pentagonales d'une grandeur peu ordinaire. Les fibres conjonctives, sans enclaves, sont simples et mesurent 75 à 160 μ d'épaisseur. Elles prennent, par rapport aux primaires, une disposition scalariforme et, au voisinage de la surface, où elles se répètent à des intervalles de 560 à 660 μ seulement, cette disposition est très apparente. Les fibres des deux ordres sont jaunes et stratifiées. Elles diminuent beaucoup de calibre en se desséchant : c'est ainsi que des fibres conjonctives successives, mesurant respectivement 168, 154 et 119 μ dans l'eau, n'ont plus que 133, 126 et 98 μ d'épaisseur dans le baume.

Thorecta calyx (Lamarck) ne se confond avec aucune des autres *Thorecta* à grosses fibres. Le type en a été rapporté d'Australie par Péron et Lesueur.

Spongia lacunosa Lamarck.

(Pl. I, fig. 5.)

63. Éponge lacuneuse. *Spongia lacunosa* (*A. M.*, p. 434 et *A. s. V.*, p. 366).

Aplysina lacunosa (Lamarck).

Le type, grand tube simple, de 7 à 8 centimètres de diamètre, entièrement macéré, accompagné d'une étiquette de l'auteur.

C'est une *Aplysina* à caractères spécifiques bien accusés. Lendenfeld en a fait *Aplysina spengelii* n. sp. (**25**, p. 421, Pl. XXVI, fig. 1 et Pl. XXXV, fig. 4) pour n'avoir tenu compte ni de la description originale, pourtant éclairée d'un renvoi de Lamarck à un dessin bien reconnaissable publié par Séba (**38**, Pl. XCV, fig. 7), ni de cette note de la deuxième édition de l'*Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres* (**20**, p. 557) indiquant la nature du squelette de l'Éponge : « Réseau corné composé de gros filaments anastomosés ayant chacun une ligne centrale obscure. »

L'ensemble de ces documents rend *Aplysina lacunosa* valable. Le type ne diffère de ce qui en a été figuré ailleurs qu'en ce qu'il se compose d'un seul tube et non de deux ou de trois. Ses proportions, la disposition de ses vallécules superficielles, l'épaisseur et la hauteur de leurs parois mitoyennes, la forme et la largeur de l'orifice apical, la profondeur de la cavité cloacale sont telles que Lendenfeld les a décrites en détail.

Une discordance n'existe qu'au sujet des dimensions des fibres et de la grosseur relative de leur moelle. Lendenfeld les a vues dans ses *A. spengelii* plus épaisses (280 μ) qu'elles ne le sont ici. Sauf quelques-unes qui, à la partie inférieure du corps, atteignent 210 à 220 μ d'épaisseur dans l'eau, les fibres du type de *A. lacunosa*, de couleur ambrée, n'en mesurent guère que 150. Celles qui gagnent la surface s'amincissent même un peu progressivement, et les terminaisons libres de leurs rameaux ultimes n'ont plus guère que 50 μ d'épaisseur. Quant à leur moelle, représentée par une ligne sombre, finement granuleuse, elle ne compte jamais que pour 1/9 ou 1/10 de leur épaisseur (ex. : moelle de 16 μ dans une fibre de 145 μ de diamètre, ou moelle de 20 μ dans une fibre de 200 μ), alors que Lendenfeld la déclare former les 7/10 des fibres de *A. spengelii*. Seulement, en désaccord avec le texte, la figure 4 de la planche XXXV de l'ouvrage de Lendenfeld rend invraisemblable l'exactitude de cette proportion. Elle rappelle, au contraire, ce qui se voit chez *Aplysina lacunosa*, où, toutefois, la moelle ne subit pas souvent un élargissement aux points de ramification des fibres.

Lamarck ignorait la provenance de sa *Spongia lacunosa*. Au dire de Lendenfeld, on la trouverait à la Jamaïque et à Ceylan. Duchassaing et Michelotti, qui l'ont recueillie en divers points des Antilles, en faisaient, d'après le dessin de Séba rappelé par Lamarck, une espèce nouvelle et la nommaient *Luffaria Sebæ*, en 1864 (**6**, p. 59).

Personne n'a fait allusion à la figure 1 de la planche XX de Guettard, qui représente pourtant un beau spécimen à deux branches de *Aplysina lacunosa*, non dénommé mais fort reconnaissable (**13**, p. 155).

Spongia tubæformis Lamarck.

(Pl. III, fig. 7.)*

64. Éponge en trompe. *Spongia tubæformis* (*A. M.*, p. 435 et *A. s. V.*, p. 367).

Aplysina fistularis (Pallas).

Lamarck n'a pas douté d'avoir affaire à la *Spongia fistularis* Pallas « *extus tuberculosa* » **28**, p. 385) ainsi qu'à celle dont, en 1794, Esper (**10**) a, sous ce nom, composé sa plan-

che XX. C'est pour opposer des Éponges « *tubis simplicissimis, extus tuberculosis* » à d'autres *S. fistularis* d'Esper (Pl. XXI, A) sans tubercules qu'il a créé une espèce, *S. tubæformis*, l'opposition s'accentuant, à son sens, du fait que ses spécimens, desséchés avec leur chair, différaient davantage d'aspect des autres entièrement macérés. Régulièrement, ce sont plutôt ces derniers qu'il aurait dû songer à séparer de *Spongia fistularis* Pallas.

A défaut du type, long de plus d'un mètre, la collection contient, étiqueté *Spongia tubæformis* et rapporté de Porto Rico par Maugé, un spécimen composé de deux tubes droits de 55 millimètres de diamètre, hauts de 32 et de 40 centimètres, parallèles et reliés par des anastomoses épaisses dans leur partie moyenne. Desséché avec sa chair, maintenant noire et luisante, il porte en relief sur presque toute sa hauteur de nombreux plis inégaux, longitudinaux, souvent obliques, qui lui donnent de la ressemblance avec la figure 2 de la planche XX d'Esper.

Il est bien de la même espèce que la *Spongia fistularis* en question. Ses fibres, de teinte foncée, sont épaisses de 135 à 160 μ, avec une moelle granuleuse large de 25 à 30 μ, mesures qui correspondent à celles notées par Ehlers (**7**, p. 13) sur le spécimen d'Esper.

C'est peut-être à cause de lui que Lamarck a dit *subaggregata* sa *Spongia tubæformis*, les figures de Séba et d'Esper et la description de Pallas (*Spongia tubulosa simplex*) ayant présenté des Éponges de forme simple.

Spongia fistularis Lamarck.

65. Éponge fistulaire. *Spongia fistularis* (*A. M.*, p. 435 et *A. s. V.*, p. 367).

Aplysina fistularis (Pallas), var. *aggregata* n. var.

Composés de tubes à peu près d'égal diamètre (4 à 5 centimètres), à surface sans plis ni tubercules, se tenant seulement par la base ou aussi à différentes hauteurs, ou enfin entièrement concrescents en une masse comprimée, le spécimen figuré par Esper (**10**, Pl. XXI, A) et ceux étudiés par Lamarck diffèrent réellement d'aspect, indépendamment de leur état de macération, de ceux dont Lamarck a voulu faire *Spongia tubæformis* et qui sont des *Aplysina fistularis* (Pallas) typiques. La grandeur de leur réseau, l'épaisseur de leurs fibres, la largeur relative de leur moelle n'autorisent pas la création pour eux d'une espèce à part, mais il n'est pas impossible qu'ils représentent une variété de *A. fistularis*.

La collection en renferme trois, complètement macérés, brunâtres. L'un, haut de 24 centimètres, large de 22, épais de 4, est fait de quatre tubes dressés dans un plan, mais un peu divergents, longuement unis à la base, et d'un cinquième plus court et moins libre, s'étant plus ou moins intercalé entre deux des autres. Un second, étiqueté par Lamarck « Éponge à canons, *Spongia fistularis* », haut de 17 à 22 centimètres, large de 16, épais de 5 à 6, se compose de trois tubes dressés dans un plan, parallèles et reliés entre eux à divers niveaux. Le troisième, rapporté de Porto Rico par Maugé, haut de 22 centimètres, large de 24, épais de 4 à 9, consiste en un amas un peu comprimé de cinq tubes dirigés dans un plan, mais concrescents sur toute leur hauteur et même empâtés sur les deux faces.

Leurs fibres, pareilles à celles de *A. fistularis* typique, sont épaisses, suivant les points, de 120 à 180 μ, 120 à 130 μ, 140 à 170 μ, et ont une moelle large de 25 et le plus souvent de 30 μ.

Lendenfeld (**25**, p. 422) a attribué aux fibres d'*Aplysina fistularis* une épaisseur de 500 μ, dont moitié (5/10) pour la moelle. De telles différences avec ce qui précède ne s'expliquent que si ces mesures ont été prises sur un représentant d'une autre espèce. Or, Lendenfeld paraît avoir décrit *A. fistularis* d'après une *Verongia fistularis* figurée par Hyatt (**15**, Pl. XIII, fig. 19 et 20), impossible à rapprocher des spécimens précités.

Lendenfeld a même repris à son compte des erreurs de synonymie et de bibliographie commises par Hyatt (*l. c.*, p. 402). Il a admis, contre toute évidence, l'identité de *Spongia fistularis* Esper (**10**, Pl. XXI, A) et de *Spongia rigida* Esper (**10**, Pl. XXVII), et cité en synonymie certaine *Spongia rigida* Lamarck qui ne se trouve nulle part dans les mémoires de Lamarck. Par contre, il n'a fait nulle mention de *Scyphia fistularis* Schweigger, nom retenu par de Blainville (**1**, p. 537) avec renvoi à la *Spongia fistularis* de la planche XX d'Esper.

Tout porte à croire que *Aplysina fistularis*, sous ses diverses formes, n'est pas rare dans la mer des Antilles. Pourtant, Duchassaing et Michelotti, qui l'ont appelée *Luffaria fistularis* (**6**, p. 60), ont dit ne l'avoir rencontrée que deux fois, à la Guadeloupe.

Guettard, en 1886, a consacré une planche à une Éponge qu'il a dite provenir des « Indes » et qui semble être un spécimen de la variété *aggregata* de *Aplysina fistularis* (**13**, p. 156, Pl. XXII).

Spongia plicifera Lamarck.

(Pl. II, fig. 3.)

66. Éponge plicifère. *Spongia plicifera* (*A. M.*, p. 435 et *A. s. V.*, p. 367).

Spinosella plicifera (Lamarck).

Dendy (**55**, p. 363) a douté que *Tuba plicifera* Duchassaing et Michelotti (**6**, p. 53, Pl. I, fig. A et Pl. X, fig. 2) et *Spongia plicifera* Lamarck fussent de même espèce, peut-être à cause de la ressemblance indiquée par Lamarck de son Éponge avec une autre de Séba (**38**, Pl. XCV, fig. 7).

Lamouroux (**68**, p. 351) n'avait recopié ce renvoi qu'avec hésitation. Il surprend, en effet, Lamarck ayant, quelques lignes plus haut, noté aussi la ressemblance, que maintenant nous savons réelle (p. 71), de sa *Spongia lacunosa* avec cette même Éponge de Séba.

C'était un lapsus, que corrigera (Pl. II, fig. 3) la photographie d'un spécimen de *Spongia plicifera* étiqueté de la main de Lamarck. En mauvais état, il a le bord de l'orifice cloacal, qu'on eût désiré connaître, particulièrement endommagé. Ses fibres sont, ainsi que Schmidt et Dendy l'ont constaté, dépourvues de spicules.

Un autre spécimen de la collection a été aussi étiqueté *Spongia plicifera* par Lamarck (Pl. II, fig. 4). Haut de 21 centimètres, un peu comprimé, large de 10 centimètres au plus,

il est gris jaunâtre, à bord cloacal aminci, non denticulé. Ses vallécules, très nombreuses, sont irrégulières et profondes ; il en est deux seulement, d'ailleurs sinueuses, à s'étendre assez longuement en direction transversale sur la face non photographiée. Comme il possède qualitativement, quantitativement et distributivement les spicules de *Spinosella scrobiculata*, c'est à cette autre espèce qu'il convient de le rapporter.

Lendenfeld n'a inscrit *Spongia plicifera* ni dans sa revision des Chalinines, ni dans sa monographie des Éponges cornées.

Spongia scrobiculata Lamarck.

(Pl. II, fig. 10 et 11.)

67. Éponge à fossettes. *Spongia scrobiculata* (*A. M.*, p. 436 et *A. s. V.*, p. 367)

Spinosella scrobiculata (Lamarck).

Deux spécimens. L'un (Pl. II, fig. 10), renflé, haut de 13 centimètres, large de $7^{cm},5$, étiqueté par Lamarck et provenant de son cabinet, a provoqué le renvoi à une figure de l'ouvrage de Turgot (**84**, Pl. XXIV, fig. F) (1). L'autre (Pl. II, fig. 11), plus élancé, un peu comprimé, est haut de 17 centimètres. L'étiquette affirme qu'il a reçu de Lamarck sa dénomination. Ce sont des Éponges tubuleuses, peu compressibles, fort bien reconnaissables aux fossettes dont toute leur surface est creusée. Subégales, polygonales et non pas rondes comme les représente le dessin de Turgot, celles-ci ont des cloisons mitoyennes assez minces, soutenues par des faisceaux de fibres verticales visibles par transparence, équidistants et reliés entre eux par un réseau conjonctif. La surface du corps, intacte et unie au fond de ces fossettes, s'y montre limitée par un réseau dermique fin. La paroi cloacale est marquée de dépressions nombreuses mais inégales et qu'il est généralement inexact d'assimiler aux fossettes externes.

A ces spécimens, il en faut sans doute ajouter un troisième, qui possède leurs fibres et leur spiculation. Bien moins typique d'aspect (Pl. II, fig. 4), il a été pris par Lamarck pour une *Spongia plicifera*. Son orifice cloacal à bord aminci, simple, rappelle celui du premier spécimen cité.

Chez tous, les fibres primaires, épaisses de 100 à 140 μ, contiennent, n'occupant que leur axe, un cordon ininterrompu de trois ou quatre spicules de front. Les fibres secondaires varient entre 40 et 100 μ d'épaisseur. Elles n'ont de spicules que sur un seul rang et plus ou moins espacés. Ces fibres, qui sont raides après dessiccation, forment entre elles un réseau à mailles de 500 à 600 μ. Le réseau dermique, fait de fibres de 15 à 30 μ d'épaisseur, unispiculées, a des mailles de 175 à 70 μ et moins encore.

Les spicules sont des baguettes droites ou peu courbées, isodiamétriques, à bouts tronqués, des *strongyles*, longs, suivant les individus, de 65 à 75 μ, 70 à 75 μ, 75 à 80 μ. Leur épaisseur dépasse généralement 1 μ, mais n'atteint que rarement 2 μ.

(1) Lamarck aurait pu renvoyer aussi à la figure 1 de la planche XVII du mémoire de Guettard (**13**, p. 152), autre aspect de l'Éponge « en nid d'oiseau » du cabinet de Turgot.

Duchassaing et Michelotti ont fait de *Spongia scrobiculata* une *Tuba*. Ils ont rendu le service de signaler son existence à la Guadeloupe, à Tortole et à Saint-Thomas (**6**, p. 53).

Spongia vaginalis Lamarck.

68. Éponge vaginale. *Spongia vaginalis* (*A. M.*, p. 436 et *A. s. V.*, p. 368).

Spinosella sororia (Duchassaing et Michelotti) var.

Le type, avec étiquette de Lamarck. Haut de 12 centimètres, il se compose de cinq tubes égaux, coalescents, debout dans un même plan, d'un sixième pareil à eux, mais dressé à part et presque libre, et de deux ou trois autres, plus courts, en voie de formation. Les grands, tous un peu comprimés, ont leurs tubercules acuminés actuellement très usés. Les nombreux « trous ronds » qui parsèment leur surface ont été pratiqués par autant de Zoanthides dont ils contiennent le vestige sous forme d'un anneau blanc, riche en calcaire.

La charpente, ferme et incompressible, sans rien de commun avec celle des *Aplysina*, doit sa couleur à un dépôt abondant de granules ferrugineux.

Duchassaing et Michelotti (**6**, p. 52) n'ont pas hésité à reconnaître en *Spongia vaginalis* une *Tuba* (*id est Spinosella*) vivant aux Antilles. Ils l'ont considérée comme une espèce distincte, mais il semble préférable de la tenir pour une simple variété de leur *S. sororia*, difficile à séparer de *S. sororia* var. *elongata* Dendy (**55**, p. 362). Ses oxes mesurent 90 à 100 μ sur 3 à 4 μ.

Spongia digitalis Lamarck.

(Pl. III, fig. 1.)

69. Éponge digitale. *Spongia digitalis* (*A. M.*, p. 436 et *A. s. V.*, p. 368).

Spinosella digitalis (Lamarck).

Un seul spécimen de la collection porte, sur une étiquette de Lucas, les noms d'Éponge digitale et de *Spongia digitalis*. Sa forme générale ne les justifie guère, et cependant les détails de la description de Lamarck s'appliquent bien à lui. Il est simple mais tubuleux, blanchâtre, en cornet comprimé (ce qui en explique la comparaison avec *Spongia villosa* Pallas), raide et hérissé de petites aspérités, non fermé en bas parce que sa partie inférieure manque, coupée net. Il est haut de 9 centimètres, large de 8, épais de 25 à 30 millimètres. Ses parois, épaisses de 6 millimètres au niveau de sa section elliptique, s'amincissent progressivement jusqu'au pourtour de l'orifice cloacal.

Sa ressemblance est grande avec les *Tuba digitalis* de Nassau examinées par Carter (**51**, p. 277), du fait qu'il est dépourvu de fin réseau dermique et que sa surface se soulève en processus fibreux, obliques, équidistants (*lacinulis rigidis muricata*), entre lesquels elle se perce d'orifices égaux, assez larges.

Des nervures verticales profondes, en léger relief et distantes de $1^{mm},5$ à 2 millimètres à la face interne de sa moitié supérieure, rappellent celles des *Spinosella villosa*. L'idée que cette Éponge représenterait une *Spinosella villosa* (*Spongia bursaria* de Lamarck) macérée, dépouillée de réseau dermique, à tubercules réduits à leur charpente et fragiles, ne peut quand même pas s'imposer, à cause de la taille de ses spicules et de la constitution de ses fibres.

La charpente forme un réseau plutôt lâche de fibres inégales, à spongine incolore, assez fragiles, presque entièrement remplies d'oxes plus ou moins serrés en long. Leur épaisseur dans l'eau varie entre 25 et 250 μ. Par places, les plus grosses se disposent en faisceaux réticulés assez denses dont les terminaisons libres constituent les processus superficiels.

Les *oxes*, presque doubles de taille de ceux de *S. villosa*, sont comme eux doucement courbés, non fusiformes, à pointes coniques brèves. Ils mesurent pour la plupart de 175 à 195 μ de longueur sur 7 à 9 μ d'épaisseur. De plus grêles, dont l'épaisseur peut se réduire à 2 μ, se rencontrent épars entre les fibres.

Le renvoi à la figure 2 de la planche XC de Rumph (**34**) porte à croire la variété β, *tubulis elongatis*, de *Spongia digitalis*, dont rien n'a été retrouvé au Muséum, établie aussi pour une *Spinosella*. Ce peut être d'après elle que Duchassaing et Michelotti ont tenu *S. digitalis* Lamarck comme espèce de leur genre *Tuba* (**6**, p. 49, Pl. VIII, fig. 2). Leur description est cependant, comme celle de Carter, insuffisante à prouver l'identité d'espèce de toutes les *Spinosella digitalis* citées. A retenir le dessin de Carter (*l. c*, Pl. XI, fig. 5) montrant qu'il eut affaire à des Éponges à oxes assez grands, comme *S. digitalis*.

Spongia bullata Lamarck.

(Pl. II, fig. 8 et 9.)

70. Éponge bullée. *Spongia bullata* (*A. M.*, p. 437 et *A. s. V.*, p. 368).

Siphonochalina bullata (Lamarck).

Trois spécimens, avec étiquettes attestant leur identité et leur provenance de l'île aux Kanguroos : l'un, droit, haut de $13^{cm},5$ (Pl. II, fig. 8) ; un autre, arqué mais long, en réalité, de près de 20 centimètres ; le troisième (Pl. II, fig. 9), à l'état de tronçon long de 8 centimètres, fendu longitudinalement. Tous sont de même grosseur (20 à 30 millimètres de diamètre), noueux (bullés), jaunâtres avec taches de rouille, lisses, très fermes, pourvus d'un seul oscule, terminal, large, plus ou moins marginé, issue d'une cavité cloacale spacieuse, continue, où s'ouvrent des orifices exhalants nombreux et inégaux. Leurs parois sont épaisses. Les deux spécimens entiers sont, surtout le spécimen arqué, d'abord minces à leur partie inférieure et portent là des corps étrangers divers qu'ils ont dû envelopper pour se fixer.

Leur charpente réticulée, assez dense, se compose de fibres à spongine foncée, tenace. Les primaires, longuement continues et, par suite, faciles à suivre à l'œil nu, gagnent la surface suivant une direction oblique vers le haut. Polyspiculées, elles localisent cependant les spicules en bande ininterrompue n'occupant que leur axe. Épaisses, dans l'eau,

de 60 μ, rarement un peu davantage, elles cheminent écartées de 160 à 210 μ. Leurs terminaisons portent des bouquets de spicules dressés, qui dissimulent les pores. Il n'existe pas de membrane dermique détachable. Les fibres secondaires, épaisses de 20 à 60 μ, souvent aussi fortes que les primaires, ne contiennent que deux ou trois spicules espacés. Elles croisent les primaires à angle droit et dessinent ainsi sur elles des mailles quadrangulaires, dont, par suite de leur écartement inégal, la hauteur varie entre 100 et 300 μ environ.

Les *oxes* sont peu courbés, assez courts, à pointes brèves mais acérées. Comme chez beaucoup d'Éponges de ce groupe, ils offrent des variations individuelles. Ceux du spécimen droit mesurent généralement de 55 à 65 μ sur 2 μ 5 dans les fibres ; et, hors des fibres, il s'en observe quelques-uns de 70 μ sur 4 μ. Un peu plus forts dans l'ensemble, ceux du tronçon ont de 58 μ sur 3 à 75 μ sur 5 μ ; une déformation médiane affecte quelquefois les plus robustes d'entre eux. Une sorte de fantaisie s'exerce sur ceux du troisième spécimen : les plus petits γ mesurent 58 μ sur 3 μ, mais il en est qui atteignent 80 μ sur 8 et 90 μ sur 5 μ ; beaucoup présentent en leur milieu une série de bourrelets pressés les uns contre les autres ; d'autres, en petit nombre, perdent une de leurs pointes et deviennent des strongyloxes ou, par perte des deux, des strongyles purs, courts et épais, de 53 μ sur 8 μ.

La dernière partie de la description originale se trouve seule conforme à ce qui vient d'être consigné. Cela tient à ce que Lamarck y a introduit sur le développement de l'Éponge des notions complètement erronées du fait d'une confusion entre elle et celle, très différente, qu'il a considérée comme sa variété β.

En 1864 (**6**, p. 56, Pl. X, fig. 5), Duchassaing et Michelotti ont cité comme *Callyspongia bullata* (Lamarck) une *Siphonochalina* des Antilles, mais non sans réserves, à cause de la provenance australienne de *Spongia bullata* Lamarck.

Pensant revoir l'Éponge de ces auteurs, O. Schmidt l'a placée, en 1870 (**75**, p. 33), dans le genre *Siphonochalina* et l'a nommée *S. bullata.*

Puis, Carter, en 1882, a fait connaître, des Antilles (**51**, p. 365), *Patuloscula procumbens,* une *Siphonochalina,* dont Dendy a complété la description en 1980 (**55**, p. 355, Pl. LVIII, fig. 4 et Pl. LXII, fig. 1). Il se peut qu'elle se confonde avec celles de Duchassaing et Michelotti et de Schmidt. Dans l'ensemble, elle ne paraît guère différer de la *Spongia bullata* de Lamarck que par son réseau dermique de fibres contenant sur un seul rang des oxes épars.

Aussi, Carter attribua-t-il, en 1885 (**3**, p. 286), le nom de *Patuloscula procumbens* à des Éponges sud-australiennes. Dendy, les ayant examinées au British Museum, les déclara d'espèce différente (*l. c.*, p. 356), sans toutefois donner leurs caractéristiques. Ce sont peut-être des *Siphonochalina bullata* (Lamarck), et l'on aurait ainsi à opposer aux *S. bullata* (Lamarck) d'Australie les *S. procumbens* (Carter) des Antilles.

Il est difficile de comprendre que Ridley (**32**, p. 399) ait hésité à reconnaître la *Spinosella* du Queensland qu'il a appelée *Tuba bullata* différente de la *Spongia bullata* Lamarck, dont la diagnose ne contient cependant nulle mention d'épines. Lendenfeld en a, à cause de ses épines, fait une *Siphonochalina* (**23**, p. 802), à la suite de *Siphonochalina procumbens* (Carter), à laquelle il se trouve avoir ainsi prêté une surface conuleuse.

Spongia bullata Lamarck, var. β.

(Pl. II, fig. 7.)

Siphonochalina tubulosa (Esper).

La prétendue variété β de *Spongia bullata*, « *tubulis diffusis, obsolete nodosis, fibroso-reticulatis* », que Lamarck trouvait ressembler à l'Éponge figurée par Esper sous le nom de *Spongia tubulosa* (**11**, Pl. LIV), comprenait, en réalité, des *Siphonochalina* fort distinctes de *S. bullata*. Les trois lignes finales qui lui sont particulièrement consacrées l'indiquent bien. Il s'agissait d'Éponges de l'Océan Indien, plus molles, moins encroûtées, plus fibreuses, à tubes courts, très nombreux et diffus.

Lamarck n'a fait du tout qu'une seule espèce pour s'être d'abord imaginé voir dans l'une d'elles, de forme particulière (Pl. II, fig. 6), l'état jeune de *S. bullata*. C'est ce qu'exprime, sous son socle, une étiquette que Lucas avait libellée « Éponge bullée, jeune », d'accord avec le texte original. Mais les deux derniers mots en ont été raturés et remplacés de la main de Lamarck (1) par « *peronii* ».

D'après cela, Lamarck aurait ensuite reconnu, au moins en partie, sa méprise. Les observations judicieuses de Lamouroux, ébauchées dès 1816 (**21**, p. 51), puis précisées en 1924 (**68**, p. 352), n'y ont peut-être pas été étrangères.

Pour Lamouroux, la variété β de *S. bullata* serait la *S. tubulosa* d'Esper, « qui pourrait bien être le même que le *S. fastigiata* de Pallas ».

Assimilation exacte en partie. La collection contient deux spécimens étiquetés par Lamarck et par Lucas : « Éponge bullée, *Spongia bullata*, var. β ». Valenciennes en a appelé un : « *Halichondria tubulosa* Val. L'un des exemplaires confondus par Lamarck sous son *Spongia bullata*. »

Vérification faite, Lamouroux a eu raison. Ces deux Éponges ont la structure et les oxes (longs de 115 à 130 μ, épais de 10 à 12 μ) décrits par Ehlers (**7**, p. 19) d'après le spécimen d'Esper.

Il serait peut-être téméraire d'affirmer que celui-ci corresponde à l'Éponge de Séba (**38**, Pl. XCVII, fig. 2), à *Spongia tubulosa* Linné et à *S. fastigiata* Pallas, et le plus sûr est, en combinant le dessin d'Esper et le texte d'Ehlers, d'appeler l'espèce *Siphonochalina tubulosa* (Esper), comme l'a fait récemment Burton.

Mais *Spongia bullata* var. β ne comprenait pas que ces deux *Siphonochalina tubulosa* (Esper). Il se trouve que la *Spongia Peronii*, qui en faisait partie, représente encore une autre espèce.

(1) Une inscription du socle porte : « Le mot *Peronii* corrigé par Lamarck ». C'est, en effet, son écriture.

Spongia bullata Lamarck, var. β (pars).

(Pl. II, fig. 6.)

Siphonochalina Peroni (Lamarck), espèce inédite.

C'est évidemment d'après le spécimen ici figuré que Lamarck avait cru pouvoir dire de *S. bullata* : « Elle commence par former une masse turbinée, un peu pédiculée, aplatie en cime au sommet, et composée de bulles demi-transparentes, d'un tissu fibreux extrêmement fin. Chaque bulle est percée en dessus par un trou rond. »

Il mesure 73 millimètres de longueur, 50 millimètres de largeur et 35 à 40 millimètres de hauteur en comptant son curieux pédicule, bien différencié sur 10 à 12 millimètres avant de s'épanouir en un plateau portant directement les lobes médians. En tout, il compte une quinzaine de lobes globuleux, concrescents et, par suite, plus ou moins nettement délimités, les périphériques surtout bien individualisés. Tous ont en leur centre un oscule de $2^{mm},5$ à $4^{mm},5$ de diamètre, ouverture d'un cloaque axial de même calibre qui occupe toute la hauteur du lobe.

On peut, d'après cela, considérer l'Éponge comme une *Siphonochalina* à tubes courts et concrescents. Elle est singularisée, en outre, par son pédicule, réticulé mais ferme et contrastant par sa couleur brunâtre avec le reste du corps, d'un blond clair.

L'aspect des lobes et leur consistance diffèrent à peine de ceux des tubes de *S. tubulosa* (Esper), la charpente en étant réticulée, lâche, translucide, avec lignes principales très apparentes. Il n'est donc pas surprenant que Lamarck ait fait aussi de cette Éponge une de ses *Spongia bullata* var. β.

Les fibres primaires se montrent un peu sinueuses, de grosseur inégale entre 60 et 80 μ sur leur longueur et souvent dédoublées par places. Elles sont polyspiculées, à spongine largement débordante, mais les spicules ne s'alignent pas très régulièrement suivant leur axe, et souvent ils s'y disposent en deux bandes parallèles. Leur écartement varie entre 420 et 560 μ.

Les fibres secondaires, plus régulières, ont de 25 à 35 μ d'épaisseur. Suivant leur grosseur, elles contiennent une simple alignée de spicules ou une bande axiale plurispiculée. Leur écartement variant de 200 à 560 μ, elles dessinent avec les primaires, auxquelles elles s'attachent à angle droit, des mailles rectangulaires souvent très grandes.

A la surface du corps a persisté par places, l'y rendant blanchâtre et lisse, un réseau dermique non détachable, dense, à mailles diversiformes variant de 40 à 80 μ de diamètre. Les fibres en sont fines ; quelques-unes ont 25 μ d'épaisseur, mais la plupart sont beaucoup plus minces, jusqu'à 4 μ seulement. Elles restent paucispiculées ou même ne contiennent que des spicules épars.

Les spicules sont des oxes faibles, presque droits, à pointes brèves, ne mesurant que 55 à 60 μ de longueur sur 1 μ à 1 μ 3 d'épaisseur. Sans que Lamarck ait pu le soupçonner, ils diffèrent donc beaucoup de ceux de *Siphonochalina tubulosa*. Ils sont comparables par leur taille à ceux de l'Éponge du golfe de Manaar, que Dendy (**58**, p. 155) a tenue pour une variété *tenuispiculata* de *Siphonochalina communis* (Carter).

Spongia syphonoides Lamarck.

(Pl. III, fig. 5.)

71. Éponge siphonoïde. *Spongia syphonoides* (*A. M.*, p. 437 et *A. s. V.*, p. 368).

Siphonochalina tuba (Lendenfeld).

Trois spécimens hauts de 18 à 25 centimètres, tous accompagnés d'une étiquette de Lucas. Ils se composent de trois ou quatre tubes continuant en éventail une tige commune, grêle, et s'évasant souvent un peu en leur terminaison. Deux d'entre eux ont conservé, comme un encroûtement blanchâtre, leur réseau dermique; l'autre, représentant de la variété β, *fibris subnudis*, n'en montre, au contraire, que des vestiges.

Bien caractérisée extérieurement par Lamarck, mais sans indications propres à la classer, l'espèce a été décrite correctement et figurée par Lendenfeld sous le nom de *Chalinopsilla tuba* (**25**, p. 133, Pl. I, fig. 4, et Pl. III, fig. 5). Mais cet auteur a fait avec raison remarquer qu'elle occupe dans le genre *Chalinopsilla* une place à part.

Quoique dénuée de spicules, elle appartient, en effet, plus naturellement au genre *Siphonochalina*. Deux des spécimens, l'un surtout, présentent même les bourrelets annulaires si fréquents chez ces Chalinines. C'est une *Siphonochalina* aspiculeuse, de même que *Spongia plicifera* est une *Spinosella* ayant perdu toute spiculation.

D'après cela, *Reniera scyphonoides* Ridley (**32**, p. 407), qui parut à son auteur correspondre à *Spongia syphonoides* Lamarck, n'a aucun rapport avec elle.

Siphonochalina tuba (Lendenfeld) est une Éponge australienne avec laquelle Lendenfeld n'aurait pas dû fusionner *Velinea gracilis* Vosmaer (**82**). Les spécimens de Péron et Lesueur étudiés par Lamarck provenaient des îles Saint-Pierre et Saint-François.

Spongia colus Lamarck.

(Pl. II, fig. 5 et Pl. III, fig. 2.)

72. Éponge quenouille. *Spongia colus* (*A. M.*, p. 437 et *A. s. V.*, p. 369).

Thorecta erecta (Hyatt) Whitelegge.

Deux spécimens macérés, l'un gris, l'autre roux, accompagnés d'étiquettes calligraphiées de Lucas, représentant la forme typique de *Spongia colus*. Ce sont eux qui l'ont fait comparer à une quenouille. Il est facile de reconnaître en eux ce que Hyatt a déjà figuré (**16**, Pl. XVII, fig. 12 et 13) sous le nom de *Spongelia rectilinea* var. *erecta*. Leur forme est plus élancée. Ils mesurent 24 et 25 centimètres de hauteur, dont 13 et 14 pour leur pédicule, qui, dans sa partie moyenne, a environ 8 millimètres de diamètre. Leur corps se creuse, à sa surface, d'alvéoles très apparents et se perce, au sommet, d'un oscule unique de 10 millimètres de diamètre, livrant accès dans une cavité axiale profonde (75 millimètres dans le spécimen figuré). Il est assez souple, au contraire du pédicule, rigide.

Les fibres primaires, épaisses de 90 à 110 μ, ont suivant leur axe une bande de corps étrangers divers, de petite taille. Leur écartement varie de 560 à 1 millimètre et davantage. Des fibres conjonctives sans enclaves, simples, épaisses de 55 à 80 μ, distantes de 350 à 770 μ, dessinent en les unissant des mailles quadrangulaires.

Laissant de côté le nom spécifique *exemplum* créé sans motif par Lendenfeld (**25**), Whitelegge a repris le nom *erecta* employé par Hyatt, mais qui, dans l'esprit de son auteur, ne devait désigner qu'une variété.

Le type de la variété β, *dilatato-spatulata, fibris laxioribus*, de *Spongia colus*, étiqueté par Lucas, est haut de 15 à 16 centimètres. Il est comprimé dans toutes ses parties, et ses calices, principal et accessoire, ouvrent plusieurs oscules inégaux dans l'entre-bâillement de leurs lèvres. Il est souple, et ses fibres diffèrent peu de ce qui vient d'être noté. D'après les variations dont, au dire de Whitelegge, l'espèce se montre susceptible, Lamarck a été bien inspiré dans son rapprochement. Il avait implicitement désigné ses *Spongia colus* comme des *Thorecta* en indiquant leur parenté avec ses *S. pala*.

Il l'avait établie aussi avec ses *S. calyx*, mais, décrivant ces dernières, il n'avait pas prêté attention aux alvéoles externes, cependant nombreux, profonds et bien délimités, de la plus petite des deux, en coupe pédiculée, haute de 7 centimètres seulement, ni remarqué que la structure en est beaucoup plus délicate que celle de la grande. Un peu plus ferme que ses *S. colus*, ce spécimen en a pourtant les fibres et peut, au même titre, être considéré comme une forme de *Thorecta erecta*.

Toutes ces Éponges sont australiennes.

Spongia tubulosa Lamarck.

73. Éponge tubuleuse. *Spongia tubulosa* (*A. M.*, p. 438 et *A. s. V.*, p. 369).

Hyattella intestinalis (Lamarck) Lendenfeld.

Le type, en arborisation rampante, irrégulière et très lâche, est lesté en dessous de quelques petits cailloux et débris de coquilles. Il répond de tout point à la description originale.

C'est une *Hyattella*, impossible à distinguer spécifiquement de *H. intestinalis*. Il en représente tout au plus une variation, à lignes un peu plus écartées et à fibres un peu plus fines que dans d'autres individus. Ses tubes, à perforations rondes ou allongées, mesurent 14 millimètres de diamètre ; quelques-uns, terminaux, n'en atteignent que 8.

Les fibres primaires, contenant un mélange de sable et de spicules brisés, ont de 50 à 60 μ d'épaisseur seulement et se tiennent écartées de $0^{mm},8$ à $0^{mm},9$. Les fibres conjonctives, sans enclaves, épaisses de 55 à 20 μ, forment un réseau à mailles inégales, variant de 10 à 560 μ. Par places, leurs attaches sur les primaires, se répétant à de courts intervalles, imitent le long de celles-ci des plaques perforées.

Ces mesures concordent avec celles données par Lendenfeld (**25**, p. 117), sauf pour

la grosseur des fibres primaires, trouvée par lui plus forte que dans les diverses *H. intestinalis* soumises à mon examen.

Habitat. — L'océan Indien.

Lamouroux a remarqué très justement (**21**, p. 53) que l'Éponge *tubulis subsecundis, arrectis*, dont Lamarck a fait une variété β de *Spongia tubulosa*, la trouvant semblable à la *Spongia tubulosa* figurée par Solander et Ellis (**9**, Pl. LVIII, fig. 7), ne doit pas prendre place ici. Sans perforations pariétales, elle n'est pas, en effet, une *Hyattella*. Elle manque actuellement dans la collection. Il y a quelques raisons de supposer qu'il s'agissait d'une *Siphonochalina* se rapportant soit vraiment à *Siphonochalina tubulosa* (Ellis et Solander), dont on ne peut rien dire de précis, soit à *Siphonochalina tubulosa* (Esper), dont Lamarck a fait la variété β de sa *Spongia bullata*.

D'aucune façon, *Spongia tubulosa* Lamarck n'est à retenir comme espèce. Son droit de priorité sur *S. intestinalis* (*Spongia* 76), si l'on songeait à l'invoquer, tomberait devant celui de *S. cariosa* (*Spongia* 5).

Spongia muricina Lamarck.

(Pl. III, fig. 10.)

74. Éponge muricine. *Spongia muricina* (*A. M.*, p. 438 et *A. s. V.*, p. 369).

Spinosella muricina (Lamarck).

Le type, avec étiquette de Lamarck. Il est actuellement haut de 18 centimètres, mais il a été brisé et sa moitié inférieure a subi de graves dommages. Ses tubercules acuminés sont nombreux et hauts.

De cette Éponge australienne Lendenfeld a figuré un tube (**23**, p. 803, Pl. XXV, fig. 60). Il l'a nommée *Siphonochalina confœderata* par suite d'une confusion avec *Tuba confœderata* Ridley, qu'il n'aurait pas dû commettre, Ridley ayant particulièrement insisté (**32**, p. 401) sur ce fait que, par ses oxes dépassant 6 μ d'épaisseur, son espèce se distingue de congénères des Antilles à oxes épais seulement de 2 à 4 μ.

Ici, nombreux au point de presque remplir les fibres, les oxes sont, au contraire, remarquables par leur gracilité. Lendenfeld leur a trouvé 93 μ sur 0 μ 9. Courbés, effilés vers les deux extrémités, quoique avec pointes mal accusées, ils sont légèrement plus forts dans le type de Lamarck et y varient entre 90 et 110 μ de longueur sur 1 μ 3 et quelquefois 2 μ d'épaisseur.

D'après Lendenfeld, Ridley aurait dénoncé l'identité spécifique de *Tuba confœderata* et de *Tuba muricina* Lamarck. Cependant, aucune allusion à *Spongia muricina* ne se lit dans le mémoire en question de Ridley. Et, chose curieuse c'est l'Éponge incorrectement déterminée de Lendenfeld qui se confond avec l'espèce de Lamarck, dont le nom conserve ainsi la priorité.

Spongia muricina Lamarck, var. β.

(Pl. III, fig. 9.)

Spinosella longissima (Duchassaing et Michelotti).

Deux spécimens étiquetés par Lucas « Éponge muricine, *Spongia muricina* var. » sont aussi des *Spinosella*, mais d'autre espèce que *S. muricina*. Fistules simples, longues et droites, fermes, brunâtres, elles mesurent 21 et 25 centimètres de hauteur et 21 et 33 millimètres de diamètre. Coupées net en bas, elles ne fournissent aucune indication sur le mode de croissance de leur partie inférieure et, telles quelles, elles ne rappellent par leur forme générale que *Tuba longissima* Duchassaing et Michelotti (**6**, p. 51, Pl. IX, fig. 3) des Antilles.

Le plus grand des spécimens répond à la brève diagnose donnée par Lamarck de ce qu'il a considéré comme variété β de *Spongia muricina* : « *aculeis minoribus et crebrioribus* ». Les extrémités libres de nervures internes longitudinales rendent denticulé le bord de son orifice cloacal. L'autre (Pl. III, fig. 9) a les tubercules acuminés plus robustes et plus espacés et l'orifice cloacal sans découpures.

Tous deux, cependant, ont produit mêmes fibres et mêmes spicules. Les fibres primaires ont 70 à 125 μ d'épaisseur et contiennent suivant leur axe, mais non serrés, jusqu'à trois ou quatre spicules de front. Les fibres secondaires ont de 70 à 25 μ d'épaisseur avec, d'habitude, des spicules axiaux solitaires. Un réseau dermique continu, généralement unispiculé, a ses spicules unis par de la spongine incolore abondante plutôt qu'enfermés dans de véritables fibres ; ses mailles, triangulaires ou trapéziformes, sont de diamètre inférieur à la longueur d'un spicule.

Les oxes, longs de 100 à 115 μ et de 115 à 120 , épais de 7 à 8 μ, sont un peu courbés, non fusiformes, à bouts courts, coniques, bien pointus.

Spongia confœderata Lamarck.

(Pl. III, fig. 8.)

75. Éponge confédérée. *Spongia confœderata* (*A. M.*, p. 438 et *A. s. V.*, p. 369).

Chondropsis confœderata (Lamarck).

Deux spécimens, dont l'un (Pl. III, fig. 8), haut de 9 centimètres au plus, répond parfaitement à la description originale et représente vraisemblablement le type de l'espèce. Il portait une étiquette ne lui convenant pas, et c'est de l'autre spécimen, haut de 13 centimètres, plus volumineux, plus massif par concrescence plus longue de ses tubes entre eux, qu'une étiquette très ancienne a conduit à identifier le tout en même temps.

Spongia confœderata appartient au genre *Chondropsis* Carter, remanié par Dendy en 1895 (**56**, p. 251). Elle est voisine de *C. Kirki* (Carter), espèce commune, d'après Dendy, au sud-ouest de l'Australie, et de port variable, et s'en distingue par les détails de son squelette.

Ses fibres de spongine incolore sont toutes chargées d'un mélange de petits grains de sable et surtout de débris de spicules. Il est difficile de les répartir en primaires et secondaires, car elles manquent de direction définie et, par leur calibre, passent les unes aux autres. Les plus grosses, bosselées par leurs enclaves, ont entre 110 et 140 μ de diamètre, et les plus grêles, à spongine débordante, seulement 30 à 45 μ. Les spicules libres sont des *strongyles* lisses, courbés ou flexueux, nullement rares, mesurant 140 à 160 μ de longueur sur 1 à 3 μ d'épaisseur, et des sigmates de forme banale, plus ou moins tordus et à bouts pointus, extrêmement nombreux, mesurant 15 à 19 μ de corde, et dont les plus grands sont épais de 1 μ. Ces microsclères surtout, identiques dans les deux spécimens, servent à caractériser *C. confœderata*.

L'hésitation de Lamarck au sujet de la similitude possible de sa *Spongia confœderata* et d'une Éponge figurée par Séba (**38**, Pl. XCVII, fig. 2), se conçoit bien. Au lieu d'orifices circulaires n'occupant pas toute leur extrémité, les tubes de cette dernière en paraissent avoir d'évasés et plissés, à bord mince. D'autre part, malgré la crainte qu'en eut son auteur, *Tuba confœderata* Ridley (**32**, p. 400) ne se confond nullement avec *Spongia confœderata* Lamarck. J'ai montré (**77**, p. 479) qu'il s'agit d'une *Spinosella*.

Dendy a inscrit en 1916 (**59**, p. 127) le genre *Chondropsis* parmi les *Desmacidonidæ*, à côté du genre *Myxilla*. Sa place naturelle paraît être plutôt celle que Whitelegge lui avait assignée en 1906 (**45**, p. 464), parmi les *Gelliinæ*. Ces Éponges, à mégasclères diactinaux lisses et à sigmates, auraient substitué par styloprothèse aux lignes polyspiculées des *Gelliodes* du matériel arénacé cimenté par de la spongine et disposé en fibres. Elles ne produiraient plus, de la sorte, qu'une petite quantité de mégasclères, libres et épars en dehors de la charpente réticulée fondamentale. Certaines espèces en deviennent très pauvres, et certaines cessent de produire des microsclères.

Comme tant d'autres de ses congénères, *Chondropsis confœderata* est australienne. Les spécimens en ont été recueillis par Péron et Lesueur.

Spongia intestinalis Lamarck.

(Pl. III, fig. 6.)

76. Éponge intestinale. *Spongia intestinalis* (*A. M.*, p. 439 et *A. s. V.*, p. 369).

Hyattella intestinalis (Lamarck) Lendenfeld.

Quoique les noms spécifiques de *S. cariosa* et de *S. tubulosa* aient, dans la série des *Spongia* de Lamarck, précédé celui de *S. intestinalis*, c'est lui qui est à retenir, car c'est sous lui et d'après la description du spécimen qu'il désigne que Ridley a rendu l'espèce reconnaissable (**32**, p. 590, Pl. LIII, fig. D). Il en faisait une *Hippospongia*, mais Lendenfeld l'a, par la suite, placée dans le genre *Hyattella* (**25**, p. 116).

Du type ici figuré (Pl. III, fig. 6), les fibres sont pâles, raides, peu élastiques.

Les fibres primaires, distantes de 350 à 420 μ, sont épaisses de 50 à 80 μ, dans la glycérine. Des grains de sable mêlés de fragments de spicules occupent la majeure partie de leur diamètre. Elles forment par leurs terminaisons des conules extrêmement bas.

Dans leurs intervalles, les fibres conjonctives constituent un réseau fort irrégulier, à mailles polygonales, variant entre 80 et 500 μ dans leur plus grande dimension. Elles dessinent rarement une sorte de petite plaque perforée de chaque côté des fibres primaires auxquelles elles s'attachent. Dépourvues d'enclaves, elles se montrent quelquefois nettement stratifiées. Leur épaisseur est de 70 μ (soit aussi forte que celle des primaires) à 30 μ, exceptionnellement 10 μ. Le réseau en comprend principalement des grosses et des moyennes.

La collection Lamarck renferme un spécimen de plus grande taille que le type avec une étiquette de Lucas libellée « Éponge intestinale de l'Isle-de-France ».

Il s'y trouve, en outre, un morceau de *Stelospongia cavernosa* (O. Schmidt), long de 115 millimètres, étiqueté de la main de Lamarck « *Spongia intestinalis*, mauvais morceau ». Lamarck a donc confondu une Éponge méditerranéenne avec les *Hyattella intestinalis*, qui sont de l'océan Indien. Il a pu être influencé par la déclaration certainement erronée de provenance du type de *H. intestinalis* faite par M. Faujas, en l'offrant au Muséum. Sa mention « Habite la Méditerranée » devient de la sorte explicable.

Spongia coronata Lamarck.

77. Éponge couronnée. *Spongia coronata* (*A. M.*, p. 439 et *A. s. V.*, p. 370).

Sycon coronatum (Ellis et Solander).

Lamarck a certainement eu en vue l'Éponge calcaire dénommée *Spongia coronata* par Solander (**9**, p. 190, Pl. LVIII, fig. 8 et 9) et ne s'est pas arrêté aux hypothèses aujourd'hui risibles d'Esper à son sujet (**11**, p. 209).

L'impossibilité de vérifier l'exactitude de sa détermination ne cause aucun préjudice à la connaissance des *Calcarea Heterocœla* de nos mers.

Spongia perfoliata Lamarck.

(Pl. III, fig. 4.)

78. Éponge perfoliée. *Spongia perfoliata* (*A. M.*, p. 439 et *A. s. V.*, p. 370).

Caulospongia verticillata S. Kent.

Deux spécimens. L'un, qui mesure 60 centimètres de hauteur, atteint par l'expansion de certains de ses lobes aplatis 14 centimètres de diamètre. L'autre (Pl. III, fig .4) est un fragment fendu en long, haut de 21 centimètres, large de 7 ou 8.

La singularité de leur forme a surpris Lamarck, mais la description qu'il en a tracée est insuffisante à rendre son espèce valable parce que, si rares qu'elles soient, d'autres Éponges, telles que *Foliolina peltata* O. Schmidt (**75**, p. 42, Pl. IV, fig. 4), à oxes de 260 μ sur 10 à 12, sont aussi faites d'un axe creux portant des lobes foliacés.

Saville Kent a donc pu décrire comme nouvelle *Spongia perfoliata* sous le nom de *Caulospongia verticillata* (**67**, p. 615, Pl. XLVIII), du nord de l'Australie. Fait inexplicable,

cinq ans plus tard, dans le même périodique, Bowerbank l'a redécrite, comme si elle n'avait jamais été signalée, sous le nom génériquement inexact de *Chalina verticillata* (**48**, p. 769, Pl. LXXIX), de Freemantle. Les deux auteurs en ont publié de bonnes figures. Hallmann en a cité deux spécimens conservés au Muséum de Sydney (**61**, p. 306). Ceux de Lamarck ont été recueillis par Péron et Lesueur « dans les mers de la Nouvelle-Hollande ». Il s'agit donc d'une Éponge répandue sur les côtes d'Australie.

Il reste peu à dire de ses particularités anatomiques. L'axe est ferme. Ses perforations, analogues à celles de l'Eurétide *Sarostegia oculata*, ont été prises à tort par S. Kent pour des oscules. Les lamelles, portions charnues et souples du corps, sont, en effet, pleines à leur base et possèdent en propre un système aquifère complet, l'une des faces étant inhalante, et l'autre, la supérieure, sauf erreur et contrairement à l'avis de Bowerbank, exhalante.

Le nom spécifique *verticillata* choisi par Kent et par Bowerbank apparaît ici assez impropre. Lamarck a fait remarquer très justement que les lobes foliacés s'insèrent en spirale sur la tige. Ils se relèvent autour d'elle. Leur attache, parfois très large, est souvent fort étroite et les rend pédiculés. Sur leurs deux faces, partout où elles sont intactes, s'étend, facile à détacher, une membrane ectosomique, mince et blanche à l'état sec, que personne n'a encore vue et qui revêt aussi l'axe malgré la compacité de sa structure. Elle est évidemment caduque, et Hallmann l'a cherchée en vain. Sa chute met à découvert les orifices aquifères, punctiformes. La face inférieure est généralement lisse, la supérieure sillonnée de façon variable.

La membrane ectosomique, lisse, contient un fin réseau tangentiel, d'une belle régularité, composé d'une trame de spicules serrés, large de 40 à 60 μ, limitant des mailles arrondies ou ovales de 70 à 140 μ de diamètre.

La charpente est, comme on sait, fibro-spiculeuse, à spongine blanche, très développée, enfermant la plupart des spicules. En principe, des fibres primaires, épaisses de 40 à 70 μ et polyspiculées, se portent d'une face à l'autre, croisées à angle droit par des fibres secondaires de 12 à 30 μ d'épaisseur et à peu de spicules.

Les spicules sont des *tylostyles*, un peu fusiformes et courbés, à pointe bien produite. Leur base, remarquable, est habituellement large et aplatie, contenant une vésicule étirée en travers. Bowerbank, qui en a figuré un (**48**, Pl. LXXIX, fig. 2), les a dits *depresso-spinulate*. Il peut exister sur cette base une dépression centrale très légère qui la fait alors paraître bilobée en coupe optique. Au contraire, le renflement basal peut se montrer sous forme d'un manchon que surmonte un mucron obtus. Les variations habituelles des tylostyles peuvent donc s'observer ici. Inégaux, les tylostyles sont longs de 130 à 190 μ, épais de 3 à 7 μ.

Spongia pennatula Lamarck.

(Pl. IV, fig. 3 et fig. 1 du texte.)

79. Éponge pennatule. *Spongia pennatula* (*A. M.*, p. 440 et *A. s. V.*, p. 370).

Caulospongia pennatula (Lamarck).

Spongia pennatula Lamarck a passé jusqu'ici, à tort, pour une *Phyllospongia*. Cette erreur n'est pas imputable à Ridley. C'est d'après un envoi du Muséum de Paris au British Museum que cet auteur a, en 1884 (**32**, p. 595), assimilé à l'Éponge de Lamarck des Éponges cornées des îles Glorieuses. Mais, se méprenant à une vague ressemblance, le donateur parisien avait offert une *Phyllospongia* au lieu d'un fragment du type de *Spongia pennatula*. Sa bonne foi ne peut être suspectée puisque la deuxième édition des *Animaux sans vertèbres* (**20**, p. 561) décrit sommairement une structure qui n'est pas celle de la véritable *Spongia pennatula*. Les *Phyllospongia pennatula*, au sens de Ridley et de Lendenfeld, sont des Dictyocératines de l'océan Indien. Australienne, *Spongia pennatula* Lamarck représente une espèce du genre *Caulospongia* Saville Kent. C'est merveille que, sans microscope, Lamarck ait imaginé un rapprochement entre elle et sa *Spongia perfoliata*, de même genre mais d'aspect bien différent.

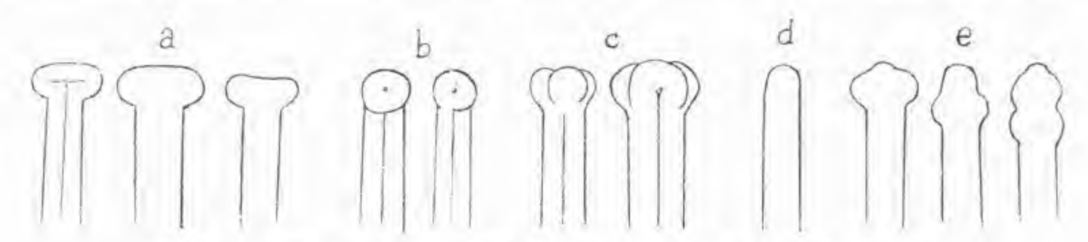


Fig. 1. — *Caulospongia pennatula* (Lamarck). Bases de tylostyles. × 970.

Accompagné d'une étiquette autographe de Lamarck et d'une autre affirmant sa qualité de type et sa provenance de la baie des Chiens-Marins, le type de *Spongia pennatula* est une Éponge dressée stipitée, haute de 19 centimètres et large de 12 à 13 centimètres. Son pédicule, long mais arqué et tordu, porte aussi une petite étiquette avec numéro d'ordre de la collection de Péron et Lesueur. Dur et plein, il fait suite à une demi-douzaine de rhizines incomplètes. Il s'épanouit en un paquet de sept ou huit lobes plus ou moins foliacés, peu écartés les uns des autres, reliés qu'ils sont par des anastomoses.

Épaisses de 3 millimètres environ à la base, ces lamelles n'ont guère que $1^{mm},5$ d'épaisseur au sommet. Lamarck a remarqué l'abondance de leurs orifices. Assez grands, ceux-ci se distribuent sur les deux faces, qui se ressemblent ainsi beaucoup. Par places, ils s'étirent en long et se superposent en rangées longitudinales imitant les sillons de certaines *Phyllospongia*. Ce que Lamarck a pris pour un encroûtement adventice de leur surface est leur ectosome, presque partout conservé.

La section d'une lame donne de chaque côté un revêtement ectosomique blanc, épais de 175 μ environ, fait d'un feutrage de tylostyles verticaux ou obliques. L'intérieur, lacu-

neux, a une charpente jaunâtre, reniéroïde, irrégulière, de fibres d'inégale grosseur, enfermant dans la spongine des tylostyles nombreux.

Ces *tylostyles*, longs de 160 à 210 μ, épais de 5 à 8, sont doucement courbés, un peu fusiformes, à pointe assez courte, à base déprimée, allongée dans un sens (fig. 1, *a*) avec vésicule étirée de même. La base peut se présenter par l'une de ses extrémités (*b*), la section canaliculaire de la vésicule visible en son centre, et, en cette position, elle se montre à peine plus épaisse que le cou du spicule. Une dépression apicale tend souvent à la bilober, et il n'est pas rare de la voir nettement trilobée (*c*). Il lui arrive aussi de rester aussi simple que la base d'un style (*d*) ou de se marquer d'un bourrelet qu'un mucron surmonte (*e*).

L'association de fibres à spongine bien développée et de tylostyles à base ainsi particulière caractérise le genre *Caulospongia*. Il est en cela de nature à embarrasser quelque peu les nomenclateurs partisans du groupe des *Cornacuspongia*. S. Kent, son auteur, lui a attribué (**67**, p. 615) deux espèces, *C. verticillata* et *C. plicata*, peut-être réductibles à une seule, à lobes foliacés, insérés en spirale autour d'une tige creuse. Hallmann a montré (**61**, p. 306, Pl. XVIII, fig. 1) que, réticulée dans un plan au bout d'un pédoncule, *Plectodendron elegans* Lendenfeld lui appartient cependant aussi. Il s'enrichit de *Caulospongia pennatula* (Lamarck), qui affecte encore une autre allure et se revêt d'un ectosome d'agencement différent. La constitution du squelette de toutes ces Éponges étant fondamentalement la même, on ne peut qu'admirer la variété des formes que ce genre naturel est parvenu à réaliser dans les eaux d'Australie.

Spongia cactiformis Lamarck.

(Pl. IV, fig. 4.)

80. Éponge cactiforme. *Spongia cactiformis* (*A. M.*, p. 440 et *A. s. V.*, p. 370).

Rhaphidophlus typicus (Carter), var. *cactiformis* (Lamarck).

Le type, large de 30 centimètres, avec étiquette de Lamarck.

Ridley (**32**, p. 451, en note) avait déjà pu constater qu'il s'agit d'un *Rhaphidophlus*. Sa surface se trouve encore en majeure partie chargée d'un encroûtement blanchâtre fait de mégasclères dermiques.

Il se rapporte sans doute possible à *Rhaphidophlus typicus* (Carter), espèce très répandue, dont Hallmann a distingué déjà huit variétés (**14**, p. 185). Il en possède les traits essentiels, mais plusieurs considérations invitent à l'en tenir pour une neuvième variété, à laquelle il est légitime de conserver le nom de *cactiformis*.

Ses caractères extérieurs sont très particuliers. Les variétés flabelliformes déjà connues (*anchoratus* et *stellifer*) de *R. typicus* restent, comme les autres, dépourvues d'oscules, à moins que les sillons par groupes radiés de *R. t. stellifer*, comparables aux orifices exhalants de *Axinella polypoides*, par exemple, n'aient cette signification. En tout cas, *R. t. cactiformis* se singularise en en portant de très apparents. Ses lames, épaisses de 5 millimètres au plus, souvent moins, sont nettement bifaciales. Une face se crible exclusivement de pores

assez grands, visibles partout où le revêtement dermique qui leur tamisait l'eau les a laissés à découvert. L'autre se perce en plus d'oscules nombreux, à ouverture souvent composée, généralement allongée, oblique vers le haut, avec lèvre supérieure revêtue d'un tapis de spicules dermiques. Il en existe de marginaux. Tous commencent peut-être par occuper en série cette situation ; l'accroissement un peu plus rapide de la face inhalante les refoulant sur l'exhalante provoquerait leur étirement en hauteur. Ainsi conformés, ils ne se confondent pas avec des empreintes de Cirrhipèdes, dont plusieurs sont logés dans l'Éponge. Les lames n'affectent d'ailleurs pas toutes la même orientation. Il en est deux larges qui tournent leur face osculifère d'un côté, tandis que les deux autres, étroites et longues, la présentent en sens opposé.

Un deuxième spécimen porte sous le socle une étiquette erronée qui le désigne comme *Spongia appendiculata* Lamarck, du port du Roi-George. Lamarck n'en a pas fait mention à propos de *Spongia cactiformis*, et aucune étiquette de lui ni de Lucas ne l'accompagne. Il est à prendre en considération quand même, car il contribue à caractériser la variété. De taille plus modeste que le type, il ne mesure que 15 centimètres de largeur sur 10 à 12 de hauteur, mais il a tout à fait son allure, se composant aussi de lobes foliacés et de lobes étroits comprimés, épais de 3 à 4 millimètres, à surface encroûtée. Surtout, il se montre nettement bifacial, ses lobes, disposés dans un seul plan et orientés tous dans le même sens (Pl. IV, fig. 4), ayant une face toute semée de grands oscules obliques vers le haut et ne se perçant, sur l'autre, que de pores, de $0^{mm},5$ à $0^{mm},8$ de diamètre.

Le squelette offre assez peu d'intérêt. Toutefois, il faut remarquer que ses fibres secondaires ou conjonctives ne demeurent pas constamment sans styles internes ; on leur en voit assez souvent un ou deux. Les primaires, continues, à spongine abondante, atteignent 70 à 80 μ de diamètre, dans le baume. Les *subtylostyles* dermiques, à renflement basal très léger et orné, quand il l'est, d'épines excessivement fines, mesurent de 112 à 140 μ de longueur sur 4 à 6 μ d'épaisseur. Ils se modifient accidentellement en oxes. Les spicules principaux sont des *styles* purs, un peu fusiformes, courbés, longs de 175 à 240 μ, épais de 5 à 9 μ. Les spicules accessoires, assez peu nombreux et peu distincts des principaux, restent cependant un peu plus minces (5 à 6 μ) et acquièrent une faible indication de renflement basal. Les *acanthostyles*, à portion subapicale longuement lisse, ont quelques fortes épines basales, de même taille que celles de la tige, et se terminent en pointe conique nue. Longs de 72 à 75 μ, ils ont le cou épais de 6 à 7 μ et la base épaisse de 11 μ, épines comprises. Ils existent en grand nombre, puisqu'on en peut compter six sur une longueur de fibre de 80 μ. Les *isochèles palmés* sont nombreux et de deux sortes. Les grands, longs de 16 μ, sont ordinairement réguliers. Les petits, longs de 10 μ, subissent la curieuse torsion que l'on sait. Les *toxes*, lisses, grêles, fasciculés, peuvent dépasser 200 μ.

Rhaphidophlus typicus var. *cactiformis* provient des récoltes de Péron et Lesueur.

Spongia crispata Lamarck.

(Pl. IV, fig. 5.)

81. Éponge bouillonnée. *Spongia crispata* (*A. M.*, p. 440 et *A. s. V.*, p. 370).

Chalinopsilla crispata (Lamarck).

Le type, avec étiquette calligraphiée de Lucas, La photographie éclaire la description originale de ses caractères extérieurs.

Les lamelles mesurent 1 millimètre d'épaisseur, en général, ou jusqu'à 2 millimètres, par endroits seulement. Elles sont nettement bifaciales. Les orifices exhalants s'y localisent sur la face concave, qui se trouve, d'ailleurs, diversement orientée ; béants, circulaires, non marginés, inégaux, ils atteignent rarement 1 millimètre de diamètre.

L'Éponge est fragile et a été très endommagée.

C'est une *Chalinopsilla*. Sa surface, lisse, sans croûte arénacée, se limite de part et d'autre par un réseau dermique distinct, reposant, sans interposition de lacunes, sur les terminaisons des lignes primaires du squelette. Celui-ci se compose de fibres principales rectilignes unies transversalement par des fibres conjonctives sans ramifications.

Le réseau superficiel de la face convexe est fait de fibres tangentielles épaisses de 10 à 15 μ pour la plupart, ou un peu plus, jusqu'à 25 μ, et dessine des mailles de 40 à 60 μ, plus rarement de 80 μ, de diamètre. Celui de la face concave a des fibres de 10 à 35 μ d'épaisseur, et, parmi ses mailles, dans l'ensemble un peu plus larges, s'en voient assez fréquemment de 120 sur 200 μ environ.

La charpente interne a toutes ses fibres exemptes d'enclaves. Les principales ont de 45 à 50 μ d'épaisseur, quelquefois 60, rarement 80. Les conjonctives, relativement grosses, en mesurent de 25 à 30, quelquefois jusqu'à 50 μ. Toujours simples et croisant les primaires à angle droit, celles-ci constituent avec elles un réseau régulier à mailles le plus souvent rectangulaires, plus larges que hautes, assez fréquemment carrées, toutefois, et, suivant les écartements de leurs composantes, de dimensions assez variables, entre 80 μ sur 100 et 160 μ sur 230, par exemple.

Chalinopsilla crispata est la seule espèce connue du genre qui réalise une forme foliacée.

Spongia basta Lamarck.

(Pl. IV, fig. 8.)

82. Éponge panache noir. *Spongia basta* (*A. M.*, p. 441 et *A. s. V.*, p. 371).

Pseudobasta Hermanni (1) n. g., n. sp.

Deux spécimens. L'un, ici figuré, haut de 13 centimètres, large de 9, épais de $1^{cm},5$ à 4 centimètres, est seul accompagné d'une étiquette autographe de Lamarck. L'autre,

(1) En mémoire de J. Hermann, fondateur du Musée Zoologique de Strabourg, où est conservé le type de *Spongia basta* Esper.

un peu plus petit, est déclaré nommé par lui. A les voir, on comprend que la figure donnée par Esper (**10**, Pl. XXV) de ce qu'il appela *Spongia basta* ait été jugée «*fig. bona*». Le spécimen de la collection Hermann ainsi déterminé par Esper et ceux de Lamarck appartiennent sans doute possible à la même espèce.

Mais, contrairement à ce qu'a supposé Esper, il ne s'agit pas de la *Spongia basta* établie par Pallas d'après la *Basta marina* de Rumph. Celle-ci est une *Ianthella, I basta* (Pallas) Gray, et nous savons (**83**, p. 50) que *Spongia striata* Lamarck lui correspond.

Spongia basta Esper ne lui ressemble, vaguement, d'ailleurs, que par sa coloration noire. Elle en diffère tant par la forme que par la structure.

La description de Lamarck la dit fort justement faite de lobes subfoliacés, contournés, comme frisés, entassés et superposés. En raison de leur état de macération presque complète, ils laissent très bien distinguer dans leur épaisseur, qui est de 3 à 5 millimètres, plusieurs plans de fibres principales, en contraste avec le plan unique de grosses fibres de *Ianthella basta*. D'autres fibres, croisant les premières, le plus souvent à angle droit, donnent à la charpente une disposition réticulée des plus nettes. Les deux individus se dilatent au bout d'une sorte de pédicule («*Spongia substipitata*») subcylindrique, réticulé, pas très dense. Dans quelques lobes, un peu de chair, sous forme de lambeaux durcis, d'un noir intense, ne révèle aucun détail. Aucun orifice visible. Les lignes primaires aboutissent à la surface à intervalles réguliers et n'y ont libre qu'une pointe courte. Le dessin d'Esper d'une portion de charpente (**10**, Pl. XXV, fig. 2) en fournit une assez bonne idée, sous cette réserve que les fibres auraient dû être représentées homogènes et non pas finement hachurées.

Ces fibres ne contiennent pas les cellules caractéristiques des *Ianthella* et *Haddonella* et n'enferment d'enclaves d'aucune sorte. Elles sont, pour la plupart, noires et opaques, mais, en les choisissant ou, parfois, en les traitant, on peut les obtenir un peu plus translucides, d'un olivâtre plus ou moins foncé. On voit alors qu'elles sont stratifiées, avec étui central plus sombre que les autres. Les primaires sont épaisses de 95 à 140 μ dans leurs entre-nœuds et, là où elles sont parallèles, se tiennent écartées de 770 μ à 1 millimètre. Leurs terminaisons libres, à la surface du corps, effilées en pointe, varient entre 245 et 770 μ et atteignent rarement 1^{mm},25 de longueur. Les fibres conjonctives sont le plus souvent simples, transversales, avec 40 à 60 μ d'épaisseur. Les nœuds qu'elles forment sur les principales sont épais, triangulaires, parfois losangiques. Quand elles affectent une disposition scalariforme, elles se tiennent à des distances l'une de l'autre variables entre 200 et 800 μ.

Si l'on considère comme une moelle difficile à voir l'étui central des fibres des deux ordres, si fortement teintées de cette Éponge, remarquant, d'autre part, que le réseau en est lâche et, par sa régularité, imite assez bien celui des *Thorecta*, on trouve quelques raisons d'admettre la fausse *Spongia basta* parmi les *Aplysininæ*. Mais aucun des genres que renferme déjà cette sous-famille ne paraissant lui convenir, il devient nécessaire d'en établir un pour elle, le genre *Pseudobasta*, avec cette définition tirée de l'ensemble de ses principaux caractères :

Genre *Pseudobasta* n. g. — *Aplysininæ* à fibres noires, opaques, stratifiées, sans enclaves, sans moelle apparente. Réseau lâche, régulier, composé de fibres primaires longi-

tudinales et de fibres conjonctives transversales simples. État de la surface inconnu. Terminaison libre des fibres primaires courte. Type : *Pseudobasta Hermanni*, n. sp., espèce prise à tort par Esper et, d'après lui, par Lamarck pour *Ianthella basta* (Pallas) Gray. Rien de certain n'a été indiqué au sujet de la provenance des spécimens secs et macérés qui la représentent.

Spongia lamellaris Lamarck.

(Pl. IV, fig. 2.)

83. Éponge lamellaire. *Spongia lamellaris* (*A. M.*, p. 441 et *A. s. V.*, p. 371).

Cacospongia lamellaris (Lamarck).

Le type, entièrement macéré, étiqueté par Lucas. Il est brun clair, d'aspect foliacé, haut de 10 centimètres, large de 11, allongé surtout d'un côté. Toutefois, de ses lames, épaisses de 2 millimètres à peine, étalées par en haut, subparallèles et rattachées entre elles par des anastomoses, s'écartent des rameaux étroits, simples ou divisés, comparables aux divisions de sa base, et l'examen attentif de l'ensemble le montre résulter surtout de la concrescence latérale de nombreux rameaux comprimés, dont une partie ont encore leur indépendance. Son état foliacé est donc secondairement acquis.

La surface dénudée, sans sillons ni orifices visibles, se couvre uniformément de conules courts et assez serrés. Elle ressemble assez à celle des *Spongelia elegans* flabelliformes d'Australie, dont Lendenfeld a donné une photographie (**25**, Pl. XXXIX, fig. 2) et à celle de *Arenochalina mirabilis* Lendenfeld figurée par Whitelegge (**44**, Pl. X, fig. 7).

Sans spicules propres, *Spongia lamellaris* n'est pas une *Arenochalina*. La régularité de sa charpente, la répartition absolument nette de ses fibres en deux catégories et le manque constant d'enclaves dans ses fibres conjonctives l'écartent aussi des *Spongelia*. L'état de sa surface n'est en rien celui des *Phyllospongia*, dont elle n'a d'ailleurs pas primitivement la forme. Il ne peut être question de la ranger parmi les *Thorecta*, à squelette lâche, à fibres primaires robustes, développant beaucoup leur spongine par rapport à leurs enclaves, enfin à fibres conjonctives épaisses et le plus souvent simples. Elle se rapproche le plus des *Euspongia*, sans se confondre avec elles, et la place à lui assigner paraît être dans le genre *Cacospongia* Schmidt *emend.* (**82**).

En effet, ses fibres primaires, continues, rameuses, avec divisions ultimes recourbées vers la périphérie, sont des fibres stratifiées, très noueuses, renfermant des débris de spicules et des grains assez gros de sable siliceux. Ce sont ces derniers qui produisent leurs nodosités, d'un diamètre de 200 μ. Subégaux, ils se disposent sur une seule ligne, interrompue de place en place par des dépôts de spicules brisés, au niveau desquels l'épaisseur des fibres n'est que de 90 à 100 μ. Écartées le plus souvent de 250 à 300 μ, parfois quelque peu davantage, les fibres primaires se distinguent assez facilement à l'œil nu, moins à leur taille qu'à l'éclat de leurs enclaves arénacées. On les voit à la loupe se ramifier généralement dans un plan, car elles ne se relient guère entre elles qu'au moyen de fibres conjonctives. Leurs

terminaisons libres dépassant le réseau conjonctif varient entre 100 et 385 μ de longueur et constituent chacune l'axe d'un conule très simple.

Les fibres secondaires ou conjonctives forment entre les primaires la trame d'un réseau peu étendu, sans doute, mais relativement compliqué, à mailles inégales, irrégulières, assez serrées. Toujours dépouvues d'enclaves, ces fibres varient beaucoup d'épaisseur, entre 15 et 50 μ, et, à l'exception des plus fines, se montrent, comme d'ordinaire chez les *Cacospongia* et contrairement à celles des *Euspongia*, nettement stratifiées. Elles prennent insertion sur les primaires par un talon élargi qu'elles emportent quand une traction parvient à les isoler, et, par places, elles s'attachent les unes aux autres de la même façon, sans continuité complète de substance.

Cacospongia lamellaris (Lamarck) est une Éponge australienne. La collection ne contient rien qui corresponde à sa supposée variété β de l'océan Indien.

Spongia endivia Lamarck.

84. Éponge endive, *Spongia endivia* (*A. M.*, p. 441 et *A. s. V.*, p. 371).

Phyllospongia sp.

Le type, « Éponge fort jolie », de *Spongia endivia* fait défaut. Lamarck le comparaît à *Spongia lamellosa* Esper (**10**, Pl. XLIV), *Phyllospongia*, d'après Ehlers (**7**, p. 15), dont Lendenfeld (**25**, p. 196) a fait un synonyme de *P. foliascens* (Pallas).

Une Éponge de la collection, qu'accompagne une étiquette de Lamarck ainsi conçue : « *Spongia lamellosa* Esper tab. 44 », consiste en un groupe, haut de 10 centimètres, large de 13, de lames brun pâle capricieusement tordues, épaisses de moins de 2 millimètres, peu flexibles et fragiles. Jusqu'à une certaine hauteur, leurs deux faces se montrent imperforées, recouvertes d'un encroûtement continu. Puis apparaissent de fines ponctuations, qui, augmentant de nombre, se disposent plus haut en séries verticales et finissent, en se fusionnant, par dessiner de longs sillons un peu rameux, plus larges ($0^{mm},5$-$0^{mm},8$) sur une face, légèrement concave et probablement exhalante, que sur l'autre.

C'est une *Phyllospongia* du sous-genre *Carterispongia*. Seulement, son squelette diffère de celui de *P. foliascens*. De ses fibres primaires, qui se tiennent à 350-420 μ l'une de l'autre, les plus grosses mesurent 70 à 80 μ de diamètre. Toutes s'emplissent entièrement de grains de sable de volume médiocre. Ses fibres conjonctives, sans enclaves, de calibre variable entre 12 et 40 μ, établissent entre les primaires un réseau très développé, mais à mailles très inégales et prenant souvent l'aspect d'un crible à perforations étroites.

Cette *Phyllospongia* semble surtout voisine de *P. elegans* Lendenfeld (**25**, p. 192), des côtes d'Australie. L'identification en est cependant incertaine, de même que n'est pas indubitable son assimilation avec *Spongia endivia*.

Spongia polyphylla Lamarck.

(Pl. IV, fig. 6.)

85. Éponge polyphylle. *Spongia polyphylla* (*A. M.*, p. 441 et *A. s. V.*, p. 371).

Phyllospongia (*Carterispongia*) *radiata* Hyatt.

Deux spécimens de la collection sont étiquetés *Spongia polyphylla*. L'un (Pl. IV, fig. 6), dont l'étiquette est de Lamarck, doit être le type, car la plupart de ses lobes foliacés ont des crêtes longitudinales, décrites comme nervures. Ses divisions atteignent au plus 7 centimètres de hauteur. L'encroûtement en est en grande partie conservé, de sorte que, quoique mesurant au plus 2 millimètres d'épaisseur, elles ont peu de souplesse et présentent les perforations fines, surtout sur une face, et striées longitudinalement de l'Éponge précédente, étiquetée *Spongia lamellosa* par Lamarck.

Les fibres primaires, pleines d'enclaves arénacées, sont épaisses de 35 à 50 μ et se tiennent écartées de 280 à 350 μ. Les fibres conjonctives sans enclaves ont de 10 à 30 μ d'épaisseur.

L'autre spécimen, sans étiquette originale, a certains lobes hauts de 9 centimètres. N'ayant plus que vers le bas d'encroûtement superficiel, il est beaucoup plus flexible et se montre parcouru par des sillons longitudinaux, ramifiés, qui, étroits et comme ponctués sur une face, sont un peu plus larges avec aspect de crevasses sur la face opposée. La structure est semblable à celle du premier spécimen. Les fibres primaires ont de 40 à 50 μ d'épaisseur.

Malgré la gracilité relative de leurs fibres primaires, je ne parviens pas à considérer ces Éponges comme spécifiquement distinctes de la *Phyllospongia*, qui semble si variable, appelée par Hyatt *Carteriospongia radiata*, en 1877 (**16**, p. 541). Induit en erreur, Ridley en avait fait tomber le nom en synonymie de *Spongia pennatula* Lamarck (**32**, p. 595).

Habitat indiqué : l'Océan Indien.

Spongia pavonia Lamarck.

86. Éponge queue de paon. *Spongia pavonia* (*A. M.*, p. 442 et *A. s. V.*, p. 372).

Algue.

Un spécimen étiqueté par Lucas comme représentant de la variété *a* permet de rayer *Spongia pavonia* de la liste des Éponges. C'est une Algue, de forme assez semblable à celle de *Padina pavonia*, mais de structure toute différente. Au bout d'un pédicule aplati, plein, où le microscope décèle plusieurs cordons cellulaires différenciés, le thalle se dresse filamenteux et ramifié dans un plan et sur une assez faible épaisseur. La lame flabelliforme ainsi constituée se trouve dénudée sur une certaine étendue en son bord supérieur et y laisse voir ses éléments, à rameaux terminaux courts ; mais, partout ailleurs, un encroûtement de spicules siliceux divers, presque tous brisés, la revêt et la rend blanche et un peu brillante.

Cet encroûtement n'existe pas le long du pédicule. Du côté convexe de la lame, il est assez mince et se moule sur des dépressions concentriques légères qui augmentent la ressemblance de l'Algue avec *Padina pavonia*. Il a un peu plus d'épaisseur du côté concave, mais y montre des solutions de continuité nombreuses sous la forme de petits trous que Lamarck a signalés. Les sortes de nervures radiales jugées par cet auteur caractéristiques de la variété β sont produites par des épaississements du thalle suivant ces lignes.

La dessiccation rend hypothétique toute explication d'une croûte aussi importante et ainsi exclusivement spiculeuse appliquée contre le thalle sans intermédiaire visible. Le spécimen étant de taille plus petite (9 centimètres de hauteur totale sur autant de largeur) que celle notée par Lamarck, l'encroûtement des autres n'en paraît que plus extraordinaire.

Provenance : les mers de la Nouvelle-Hollande. Péron et Lesueur.

Spongia scariola Lamarck.

(Pl. IV, fig. 1.)

87. Éponge scarole. *Spongia scariola* (*A. M.*, p. 442 et *A. s. V.*, p. 372).

Stylinos scariola (Lamarck).

Deux gros fragments, montés séparément. Étiquettes d'auteur.

Éponge fragile croissant en forme de lobes foliacés, irréguliers, dont les basilaires se perforent de part en part de trous inégaux, nombreux (« expansions foraminulées »), les terminaux, plus minces, imperforés, s'étalant ou s'enroulant capricieusement. La ressemblance évoquée par Lamarck avec deux autres de ses *Spongia* est surtout assez grande avec *S. crispata*. La charpente en est chalinoïde, réticulée, continue ; mais elle se renforce de spicules. Pas de réseau dermique.

Les fibres sont minces, avec large prédominance de la spongine. Les primaires n'ont, dans l'eau, que 25 à 35 μ de diamètre. Elles contiennent, au plus, trois spicules de front, placés à des hauteurs différentes. Les conjonctives, d'épaisseur comprise entre 9 et 16 μ seulement, ne renferment qu'un seul spicule et souvent en sont dépourvues. Les mailles mesurent souvent de 140 à 175 μ de largeur.

Ce sont ses spicules qui font l'intérêt de cette Éponge, des *styles* lisses, un peu courbés, longs de 125 à 155 μ, épais de 3 à 4 μ, à base généralement marquée d'un renflement léger et allongé, suivi d'une faible constriction qui les fait ensuite paraître un peu fusiformes, à pointe brève, conique, comme triangulaire, parfois émoussée.

Ainsi productrice de mégasclères monactinaux, plutôt subtylostyles que styles proprement dits, *Spongia scariola* ne peut prendre place parmi les Chalinines. Annulant les réserves que j'ai formulées au sujet du genre *Stylinos* (**80**, p. 15), elle vient justifier la création de ce genre.

Lendenfeld a rangé dans ses *Chalininæ* (**23**) d'autres Éponges à charpente chalinoïde, mais à spicules monactinaux. Certaines d'entre elles, sinon toutes, sont peut-être aussi des

Stylinos. En particulier, *Cacochalina truncatella* Lendenfeld paraît bien en être une au même titre que *Stylinos scariola* (Lamarck). Ayant eu l'occasion de la réétudier, Burton en a trouvé le squelette fait d'une forte réticulation de spongine contenant de nombreux subtylostyles et l'a rayée des *Chalininae* (**49**, p. 292). Mais il a supposé avoir affaire à quelque *Mycale* roulée qui aurait perdu tous ses microsclères.

Remarquant que *Stylinos Jullieni* Topsent, *Spongia scariola* Lamarck, *Cacospongia truncatella* Lendenfeld, d'autres encore, sont des Éponges à charpente vraiment chalinoïde, où la spongine est développée davantage et plus régulièrement que chez les *Mycale*, en un réseau plus parfait, et, d'autre part, que les *Mycale* produisent, d'habitude, des microsclères en quantité telle que la macération les chasse difficilement sans en laisser du tout, rapprochant enfin toutes ces coïncidences, je me sens plutôt disposé à admettre l'existence dans les *Desmacidonidæ* (*Stylinos Jullieni* orne parfois de rares épines la base de ses spicules) d'un genre d'Éponges à squelette fibreux, réticulé, sans microsclères et ne possédant qu'une sorte de mégasclères, monactinaux. C'est la définition qu'on peut donner du genre *Stylinos*.

Je me suis abstenu d'y inscrire *Spongia angulosa* Lamarck, parce que ses spicules, monactinaux, n'ayant pas du tout de renflement basilaire, pourraient être considérés comme des oxes modifiés, d'autant plus qu'il s'y mêle, quoique en proportion faible, des oxes à pointes faites comme la leur. C'est mesure de prudence. Le genre *Cacochalina* Schmidt, auquel je l'ai rapportée, est, il faut l'avouer, de peu de valeur, mais les caractéristiques du genre *Acervochalina* Carter, où Burton le fond, manquent aussi de la netteté désirable.

Stylinos scariola (Lamarck) est une Éponge australienne.

Spongia xerampelina Lamarck, var. β.

(Pl. IV, fig. 7 et figure 11 du texte.)

90. Éponge feuille morte. *Spongia xerampelina* (*A. M.*, p. 443 et *A. s. V.*, p. 372).

Raspailia xerampelina (Lamarck).

Un spécimen, accompagné d'une étiquette de Lucas. Il ne mesure que 9 centimètres de hauteur, et les espaces que laissent entre elles les nombreuses anastomoses de ses rameaux paraissent correspondre aux « trous alvéolaires des interstices » caractéristiques de la variété β.

C'est une *Raspailia* se développant presque dans un plan en rameaux d'inégal diamètre, pour la plupart grêles, et contractant entre eux des anastomoses assez répétées pour simuler dans l'ensemble trois lames foliacées à perforations multiples. La ressemblance évoquée avec la figure 8 de la planche XCV de Séba (**38**) n'établit cependant pas l'identité des deux Éponges, et la *Spongia ventilabrum* figurée par Esper (**10**, Pl. XII) serait, d'après ce qu'en a dit Ehlers (**7**, p. 9), une *Plakellia ventilabrum* d'allure exceptionnelle.

De forme curieuse, *Raspailia xerampelina* présente, en outre, d'intéressantes particularités de spiculation. L'axe de ses rameaux est presque exclusivement composé de *stron-*

gyles parfaits, un peu courbés, de longueur et d'épaisseur variables entre 350 et 900 μ environ sur 20 à 45 μ. Ils dérivent évidemment de styles, comme cela s'observe dans bien des cas, mais à un degré de fréquence inusité. S'entre-croisant à angle aigu et sans s'écarter beaucoup de la direction générale du rameau, ils se trouvent maintenus en place par de solides liens de spongine jaune, qui les laissent pourtant largement découverts.

Sur cette charpente grossièrement réticulée, dense et ferme, s'implantent des *acanthostyles*, longs surtout de 140 μ, solitaires et même très clairsemés, du type de ceux des *Raspailia fructicosa* Dendy et *R. Thurstoni* Dendy (**54**, p. 161 et 162, et Pl. XII, fig. 1*a*), c'est-à-dire à épines fortes et peu nombreuses. Leur base, quelque peu renflée, est épaisse de 10 μ ; quelquefois nue, elle porte le plus souvent une, deux, trois épines ou davantage. Leur tige, parfois nue aussi, s'orne, d'habitude, d'épines éparses, un peu récurvées. Quant à leur pointe, elle se termine par une épine ou bien en porte une latérale ou plusieurs, qui se disposent en couronne. Possédant en même temps en leurs extrémités deux couronnes d'épines infléchies l'une vers l'autre, certains de ces acanthostyles hérissants des *Acarnus* n'ont d'autre signification que celle d'acanthostyles différenciés dans ce sens.

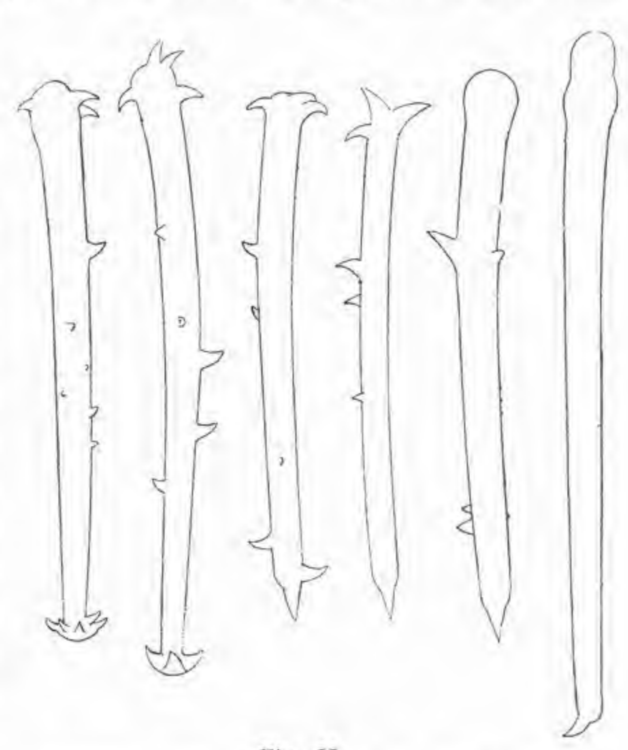


Fig. II.
Raspailia xerampelina (Lamarck). Acanthostyles.

La surface des rameaux se hérisse de grands styles un peu courbés dans leur région basilaire et graduellement affilés en pointe, capables de dépasser 3 millimètres de longueur et épais de 25 à 45 μ. A 200 μ environ de leur base, ils s'entourent d'un manchon de petits *styles* grêles, longs de 315 à 385 μ et épais de 4 à 6 μ seulement, à base simple et à pointe brève.

Sans certitude au sujet de la provenance de ses *Spongia xerampelina*, Lamarck les a supposées d'origine américaine.

Spongia juniperina Lamarck.

(Pl. V, fig. 6 et Pl. VI, fig. 3.)

91. Éponge junipérine. *Spongia juniperina* (*A. M.*, p. 444 et *A. s. V.*, p. 373).

Rhaphidophlus clathratus (O. Schmidt).

A l'exclusion de sa prétendue variété *thuyæformis*, qui en est tout à fait distincte, *Spongia juniperina* est représentée dans la collection par deux spécimens authentiques, de croissance oblique, l'un sur une *Arca*, l'autre sans support. Par l'une de ses faces (Pl. V, fig. 6), ce dernier répond particulièrement bien à la diagnose originale en latin ; cependant

les branches de sa face opposée ne se tiennent pas ainsi toutes sur un plan, mais, se soulevant sous des angles variables, imitent celles du premier spécimen (Pl. VI, fig. 3).

Lamarck s'est demandé si son espèce ne se confondrait pas avec *Spongia frondosa* Pallas (**28**, p. 395). Si l'Éponge qu'Esper a décrite et figurée sous ce nom (**11**, p. 192, Pl. LI) et à laquelle Lamarck a également renvoyé, est identique à celle de Pallas, on peut en tenir *S. juniperina* pour distincte, puisque, d'après Ehlers (**7**, p. 17), la *S. frondosa* de Esper possède des isochèles de 24 μ. D'autre part, Pallas a trouvé sa *S. frondosa* assez semblable à une Éponge figurée par Turgot (**84**, Pl. XXIV, fig. A), et celle-ci n'a nullement le port de *Spongia juniperina*.

Par sa structure et par sa spiculation, *Spongia juniperina* se montre identique à *Tenacia clathrata* O. Schmidt (**75**, p. 56), telle que Wilson l'a redécrite en 1902, d'après un spécimen de Porto-Rico (**87**, p. 397) et telle que j'ai appris à la connaître (**80**, p. 18), d'après des fragments, provenant des Antilles, laissés par O. Schmidt à Strasbourg.

Comme ces derniers, elle possède : 1° des *styles* lisses, droits, robustes, longs de 200 à 250 μ, épais de 12 à 13 μ ; 2° des *subtylostyles* auxiliaires, généralement droits, non fusiformes, à base ovale, bien accusée, parfois difforme, comme bosselée, mais sans épines apicales ; ils mesurent 250 à 300 μ sur 4 à 6 μ ; ils se placent à l'intérieur des fibres et autour d'elles ; 3° des *subtylostyles* plus petits, le plus souvent droits, à base renflée, lisse, non fusiformes, longs de 120 à 130 μ, épais de 2 à 3 μ ; ils composent, la pointe en dehors, les touffes superficielles qui rendent ces Éponges blanches partout où elles les recouvrent encore ; 4° des *acanthostyles* assez trapus, mesurant de 50 μ sur 6 à 65 μ sur 8 ; leur base, bien renflée, s'orne de quelques épines; leur tige, d'abord nue sur une certaine longueur, porte ensuite des épines fortes et droites ; enfin, leur pointe, conique et très acérée, reste habituellement lisse ; quelquefois, pourtant, elle se couvre d'épines très basses et serrées. Ces spicules sont nombreux et hérissent les fibres à angle droit ; 5° des *isochèles palmés* de petite taille, longs de 11 à 12 μ, quelquefois 15 μ ; 6° des *toxes* linéaires, inégaux, longs de 60 à 200 μ, les plus grands avec une inflexion médiane très brève.

La nature et la disposition des spicules sont caractéristiques du genre *Rhaphidophlus* Ehlers. Hallmann, en 1920 (**63**, p. 769), a voulu faire bénéficier le genre *Tenacia* O. Schmidt d'une priorité sur lui tout à fait discutable. D'ailleurs, depuis Ehlers, *Rhaphidophlus* avait été défini à plusieurs reprises et par Hallmann lui-même (**14**, p. 175), tandis que *Tenacia* n'a pris de signification qu'à partir de 1920.

Carter a émis l'hypothèse, en 1875 (**50**, p. 195), que son *Echinonema typicum* pourrait être identique à *Tenacia clathrata* O. Schmidt. C'est une opinion qu'il convient de réserver, puisque, d'après les constatations de Hallmann, *Rhaphidophlus typicus* (Carter) serait surtout caractérisé par la possession d'isochèles palmés de deux tailles, ceux de la petite taille tordus, tels que nous les a présentés *Rhaphidophlus typicus* var. *cactiformis* (p. 89). Le type de *Rhaphidophlus clathratus* (O. Schmidt), au contraire, à isochèles palmés très nombreux, longs de 13 à 18 μ, le plus souvent de 14 à 16 μ, les a tous d'une seule sorte et réguliers.

Les deux espèces sont du reste très voisines, et l'on retrouve diverses formes de spicules de *Spongia juniperina* = *Rhaphidophlus clathratus* ainsi dessinées par Hallmann (**14**)

d'après diverses variétés de *R. typicus* : un style robuste de *R. typicus brevispinus* (fig. 38 *a*, à gauche), des subtylostyles de *R. t. geminus* (fig. 38 *b* et *c*) ; des acanthostyles de *R. t. proximus* (fig. 37 *b*, à gauche) ou de *R. t. favosus* (fig. 42 *d*) ; les toxes de *R. t. stellifer* (fig. 41 *f*).

Lamarck a dit les spécimens du Muséum rapportés par Péron et Lesueur de leur voyage aux mers australes.

Spongia juniperina Lamarck, var. β.

(Pl. V, fig. 1.)

Clathria Coppingeri Ridley.

Le spécimen, étiqueté par Lucas « Éponge junipérine. Variété », n'a rien de commun avec *Spongia juniperina* = *Rhaphidophlus clathratus*. Haut de 10 centimètres, pédicelle compris, c'est un petit individu d'une espèce de *Clathria*, *C. Coppingeri* Ridley, dont il a été vu des échantillons de 44 à 46 centimètres de hauteur. Ses rameaux minces, d'allure onduleuse, émettent de nombreuses verrues et tendent à les anastomoser pour dessiner un réseau ajouré. Moins régulier que dans le type, ce réseau ne s'étend pas uniquement dans un plan, mais se double d'un côté de ramifications légèrement en saillie. Lamarck a trouvé l'Éponge *thuyæformis*. La surface, très finement hispide, se perce d'une multitude d'orifices petits mais très apparents et qui ont frappé l'attention de Ridley. Les terminaisons des branches sont assez fragiles, la charpente n'étant pas serrée.

Celle-ci, déjà décrite en détail (**32**, p. 445), est réticulée, à mailles larges, riche en spongine et composée de fibres inégales. Les plus grosses, fibres primaires de 70 μ de diamètre, sont seules à contenir des mégasclères, en petit nombre. Les secondaires, souvent épaisses de 50 μ, peuvent n'en mesurer que 20. Des spicules hérissants arment les unes et les autres.

La spiculation est très caractéristique. Les mégasclères principaux sont des *subtylostyles* robustes, à base couverte de petites épines, puis suivie d'un cou, à tige renflée, courbée, pointue. Longs de 210 à 325 μ, ils sont épais de 14 à 18 μ. Inclus dans les fibres primaires, solitaires ou par deux, ils se montrent aussi quelquefois hérissants par places et jouent surtout ce rôle à la surface du corps, où ils se disposent par bouquets, seuls capables de rendre l'Éponge un peu hispide. Les spicules hérrissants normaux sont des *acanthostyles* entièrement épineux, à épines médiocres, longs de 90 à 122 μ, assez fortement courbés, à base un peu renflée, épaisse de 7 à 9 μ, la tige l'étant de 6 à 7, à pointe souvent émoussée, ainsi que Ridley l'a noté et figuré. Implantés sur les diverses fibres, ces spicules sont nombreux. Enfin, à la surface du corps surtout, se tiennent, solitaires ou par petites touffes, les mégasclères dermiques, *subtylostyles* généralement droits, à base un peu renflée, ornée de petites épines en son sommet. De longueur très variable, entre 100 et 280 μ, ils restent relativement grêles, n'ayant que 3 à 5 μ d'épaisseur. Il n'existe qu'une seule sorte de microsclères, des *isochèles palmés*, assez nombreux, longs de 13 à 15 μ.

Ridley a figuré ces divers spicules (**32**, Pl. XLII, fig. *i*, *i'*) et les dimensions qu'il en a données, comme celles relevées plus tard par Hentschel (**65**, p. 362), concordent bien avec ce qui précède.

Pour Lamarck, la variété *thuyæformis* de sa *Spongia juniperina* habitait l'océan Indien. De façon certaine, *Clathria Coppingeri* a été recueillie sur la côte septentrionale de l'Australie et dans la mer d'Arafura.

Spongia raphanus Lamarck.

(Pl. IV, fig. 9.)

92. Éponge raifort. *Spongia raphanus* (*A. M.*, p. 444 et *A. s. V.*, p. 373).

Clathria raphanus (Lamarck).

Le type, avec étiquette de Lamarck. Des crêtes radiales un peu ramifiées, très prononcées sur les deux faces de ses expansions foliacées, alternent avec des sillons qui se correspondent d'un côté à l'autre et qui se percent de part en part d'orifices nombreux. Il en résulte un aspect tout à fait particulier. La charpente, complètement macérée, est fibreuse, continue, et paraît tomenteuse. Elle manque de souplesse et est plutôt fragile. Ramollie dans l'eau, elle présente une grande régularité. Les lignes primaires montent en se divisant de loin en loin dichotomiquement, sous un angle aigu, de manière à ce que leurs branches ne s'écartent pas de plus de 175 à 210 μ les unes des autres, et des fibres conjonctives abondantes, simples ou ramifiées, les relient transversalement entre elles.

La spiculation est faible. Il y a été cherché en vain des microsclères. S'il en a existé, ils ont disparu. Les mégasclères sont de trois sortes. Les principaux, *styles* courbés, longs de 115 à 230 μ, épais de 4 à 8, à pointe conique acérée, à base lisse, souvent un peu renflée, se tiennent exclusivement dans les fibres primaires, se disposant par plusieurs de front, mais à des hauteurs différentes, sur le mode un peu plumeux, la pointe toujours dirigée vers a périphérie du corps et ne perçant jamais les fibres. Comme celles-ci, de couleur claire, ont un diamètre moyen de 55 μ dans l'eau et subissent une augmentation de calibre à chacun de leurs nœuds et souvent une déviation légère, la spongine en est largement débordante. Les spicules hérissants sont peu nombreux. Ce sont des *acanthostyles* généralement longs de 65 à 70 μ, épais de 4 à 5 μ, à base légèrement renflée, à pointe bien produite, entièrement épineux mais à épines faibles, qui les font paraître plutôt raboteux. Par dissociation, on obtient aussi quelques spicules un peu courbés, que de rares épines à peine perceptibles montrent, ainsi que leur taille (90 à 105 μ de longueur), intermédiaires entre les acanthostyles et les styles principaux. Les acanthostyles se distribuent avec parcimonie le long des fibres primaires et aussi de certaines fibres connectives, mais celles-ci, épaisses de 20 à 30 μ, restent pour la plupart complètement aspiculeuses. Enfin, en petit nombre, peut-être du fait qu'ils sont libres et caducs, s'observent des *subtylostyles* grêles et droits, longs de 215 à 275 μ et épais seulement de 2 μ 8 à 3 μ, effilés, à pointe fine, à base très peu renflée, mais vaguement raboteuse. C'est leur présence qui invite à inscrire *Spongia raphanus* au nombre des *Clathria*.

L'Éponge a été rapportée des mers australes par Péron et Lesueur.

Spongia mesenterina Lamarck.

(Pl. VI, fig. 5.)

93. Éponge mésentérine. *Spongia mesenterina* (*A. M.*, p. 444 et *A. s. V.*, p. 373).

Echinodictyum bilamellatum (Lamarck) Ridley.

Deux spécimens, dont l'un, haut de 14 centimètres, large de 18, est pourvu d'une étiquette de Lamarck. L'autre, beaucoup plus développé, atteint 25 centimètres sur 20 de largeur et se compose, sur un pédoncule court, de lames hautes et larges, très plissées en long et imitant au mieux le plissement d'une fraise ou d'un mésentère.

A les voir, on comprend que, attentif surtout à la forme des Éponges, Lamarck n'ait pas songé à les rapprocher du spécimen de sa variété β de *Spongia bilamellata*, plus simple d'allure, à deux grandes lames étalées qu'un réseau de bourrelets parcourt en dehors, plus épaisses aussi (5 millimètres entre les bourrelets au lieu de 3 millimètres au plus) et de teinte plus foncée. De celui-ci, nous savons que Ridley a fait le type de *Echinodictyum bilamellatum* (p. 69).

Sans remarquer leur similitude avec *Spongia mesenterina* Lamarck, Carter a décrit en 1882 (**52**, p. 114) des Éponges australiennes sous le nom de *Echinonema vasiplicata*, converti par Ridley, en 1884 (**32**, p. 454), en celui de *Echinodictyum vasiplicatum*.

Mais, à de nombreux *Echinodictyum* de la côte sud-ouest de l'Australie qu'il eut l'occasion d'examiner, Hentschel a pu se rendre compte (**64**, p. 385) que *Echinodictyum vasiplicatum* est synonyme d'*E. bilamellatum*. Il en a vu la forme très sujette à varier ainsi que la proportion dans laquelle s'y rencontrent des styles grêles dont l'absence avait paru à Ridley caractériser *E. bilamellatum*.

Ces derniers ont fait défaut dans des dissociations de spicules, même de surface, aussi bien de la *Spongia mesenterina* de Lamarck que de sa variété β de *Spongia bilamellata*. Les *oxes* de la première se sont trouvés, dans l'ensemble, notablement moins gros que ceux de la seconde, mesurant pour la plupart de 155 à 185 μ sur 5 à 6 au lieu de 150 à 190 μ sur 6 à 12, ceux de la grande taille y étant clairsemés et n'atteignant que 315 μ sur 11, tandis que, relativement nombreux chez *Spongia bilamellata* var. β, ils y mesurent 15 à 17 μ d'épaisseur pour une longueur de 220 à 315 μ. Mais les *acanthostyles* sont, de part et d'autre, longs de 92 à 104 μ, épais de près de 10 μ en leur base et de forme identique.

Spongia leporina Lamarck.

(Pl. VI, fig. 1.)

94. Éponge léporine. *Spongia leporina* (*A. M.*, p. 444 et *A. s. V.*, p. 373).

Ophlitaspongia tenuis (Carter) Dendy.

Un spécimen, haut de 15 centimètres. Pas d'autre étiquette que celle, minuscule, collée à sa partie inférieure et sur laquelle se lit l'indication : Péron et Lesueur. La description tracée par Lamarck de sa *Spongia leporina* lui convient parfaitement.

C'est une *Ophlitaspongia tenuis* (Carter), espèce flabelliforme, mince, stipitée, dont Hallmann a publié une étude minutieuse (**14**, p. 261, Pl. XXXV, fig. 1 et fig. 56). Par ses découpures profondes, le spécimen marque un terme de passage entre ceux que Hentschel a décrits (**64**, p. 378) et ceux connus avant lui. Ses lobes reprennent dans l'eau une épaisseur de $1^{mm},5$. Leur structure fibreuse est réniéroïde sur les deux faces, jusqu'à une certaine profondeur, et les fibres y sont blanches, épaisses de 8 à 22 μ. Mais, au centre, s'étend, comme appareil de soutien, une sorte de lame axiale de structure scalariforme, faite de fibres plus épaisses et jaunes, pouvant atteindre 70 μ de diamètre.

Les spicules sont exclusivement des mégasclères, de deux sortes. 1° Des *styles* à manche, lisses, fusiformes, généralement courbés, inclus dans les fibres ou de place en place implantés sur elles par leur base. La plupart mesurent entre 80 μ de longueur sur 6 à 7 μ d'épaisseur et 120 μ sur 9 ; il n'en est qu'en faible proportion qui, s'effilant, deviennent longs de 160 à 200 μ. Parmi les plus petits, il en est, comme l'a remarqué Hallmann, dont la base présente de légères bosselures, mais pas d'épines. Il se rencontre aussi de loin en loin de ces styles, qui, par étirement de leur base, se transforment en oxes véritables. 2° Des *subtylostyles* auxiliaires assez clairsemés, flexueux, grêles, à base allongée, à pointe brève, longs de 220 à 230 μ, épais de 2 μ le long de la tige et de 3 μ au niveau de la base ou peu davantage. Dans l'ensemble, par conséquent, le spécimen a des spicules de dimensions un peu faibles.

Ophlitaspongia tenuis a été recueillie à plusieurs reprises dans les eaux de l'Australie méridionale.

Spongia laciniata Lamarck.

(Pl. V, fig. 4.)

95. Éponge découpée. *Spongia laciniata* (*A. M.*, p. 445 et *A. s. V.*, p. 374).

Phyllospongia (*Carterispongia*) *radiata* Hyatt.

Une étiquette de Lucas sous son socle désigne comme *Spongia laciniata* un spécimen haut au total de 12 centimètres. Sa blancheur a dû tromper Lamarck et l'empêcher de reconnaître en lui une de ses *Spongia polyphylla*. Autant est vague la ressemblance évoquée avec l'Éponge figurée par Séba (**38**, Pl. XCVI, fig. 6), autant est nette celle avec le spécimen très poussiéreux de *S. polyphylla* mentionné précédemment. Les deux faces en sont abondamment sillonnées, avec les différences inhérentes au rôle qu'elles ont joué. On leur voit quelques côtes longitudinales.

Lamouroux avait déjà reconnu qu'il existe une parenté entre *Spongia laciniata* et *Spongia othaitica* [*Phyllospongia* (*Carterispongia*) *foliascens*] (Pallas). Elle est surtout proche avec *P.* (*Carterispongia*) *radiata* Hyatt. Ses fibres primaires, chargées de sable, distantes de 420 μ, épaisses de 40 à 80 μ, sont seulement un peu grêles par rapport à la mesure notée par Lendenfeld (**25**, p. 194). Ses fibres conjonctives varient entre 8 et 30 μ de diamètre.

Habitat indiqué : l'océan Indien.

Spongia frondifera Lamarck.

(Pl. I, fig. 6 et 7.)

96. Éponge frondifère. *Spongia frondifera* (*A. M.*, p. 445 et *A. s. V.*, p. 374).

Anomoclathria opuntioides frondifera (Lamarck).

Cinq spécimens. Étiquette autographe. J'ai eu l'occasion (**81**, p. 26, fig. x-xiv) d'en compléter la description et de montrer qu'il s'agit de spécimens de l'*Alcyonium opuntioides* de Lamarck, type du genre *Anomoclathria*, devenus styloprothétiques pour s'être développés en enrobant des Floridées filamenteuses. Ils en ont utilisé les filaments comme lignes primaires de leur charpente, se dispensant alors de former les fibres cornées des spécimens normaux et diminuant d'autant le nombre des styles, que celles-ci contiennent en files continues paucispiculées. Ils ne sécrètent plus de spongine que ce qu'il en faut aux nœuds d'un réseau secondaire unispiculé, avec lequel ils comblent l'intervalle entre les filaments de l'Algue, plus écartés que les fibres primaires naturelles. Enfin, pour mieux consolider ce réseau avec un minimum de spongine, ils transforment en acanthostrongyles les acanthostyles qui, d'habitude, servent de spicules hérissants de l'espèce.

Il existe cinq sortes de spicules. Les caractéristiques en seront rappelées à propos d'*Alcyonium opuntioides*. Les acanthostrongyles, seuls à considérer ici, longs de 95 à 110 μ, épais de 10 à 14 μ sans les épines, ont les dimensions et l'allure des acanthostyles qu'ils remplacent et dont ils dérivent visiblement. Les autres spicules ne subissent aucune modification.

Bowerbank s'était trouvé à même d'examiner une Éponge semblable, qu'il appela *Hymeniacidon Cliftoni* dans ses notes. Il ne la décrivit pas, se bornant à signaler une partie de ses singularités (**47**, p. 773, Pl. XXX, fig. 9). Mais il rendit le service d'en indiquer la provenance (Freemantle), que Lamarck a ignorée pour sa *Spongia frondifera*.

Spongia arborescens Lamarck.

(Pl. V, fig. 2.)

98. Eponge arborescente. *Spongia arborescens* (*A. M.*, p. 446 et *A. s. V.*, p. 374).

Ectyon cervicornis (O. Schmidt).

Lamarck n'a pas eu une conception habile de ce qu'il a appelé *Spongia arborescens*. D'abord, les ressemblances qu'il lui a attribuées sont erronées. Pallas a dit « laxior, grossiorque quam in *S. oculata* » la substance de sa *Spongia rubens* (**28**, p. 390), et, d'après cela, Duchassaing et Michelotti ont décrit comme *Spongia rubens* une Éponge sans spicules des Antilles (**6**, p. 41, Pl. X, fig. 1). Le dessin de Séba (**38**, Pl. XCVI, fig. 2) se rapporte à une Éponge au moins spécifiquement différente de *S. arborescens*. Et Ehlers a établi (**7**, p. 16) que *Spongia digitata* Esper (**11**, Pl. L), « spécimen junius » de *S. arborescens* dans l'esprit de Lamarck, correspond à *Isodictya palmata* Johnston.

Ensuite, Lamarck a donné le nom de *S. arborescens* à des spécimens de trois Éponges distinctes, le type, un *Ectyon*, le représentant de sa variété γ, une *Ceraochalina*, enfin deux morceaux d'une Axinellide, dont il n'a pas fait mention dans son texte, mais qu'accompagne cette étiquette de sa main : « Éponge arborescente, *Spongia arborescens*, individu jeune. »

Le type, de grande taille, brun rougeâtre, ferme, à rameaux lisses parsemés d'oscules, un peu comprimés, étalés dans un plan et, par places, élargis palmés, puis digités, à la façon des cornes d'élan, a été bien décrit extérieurement, mais sans permettre de deviner le groupe d'Éponges auquel il appartient. Ce point capital a été fixé en 1870 par O. Schmidt (**75**, p. 60, Pl. V, fig. 2*a*), qui, retrouvant l'espèce parmi des Spongiaires des Antilles et la supposant nouvelle, l'appela *Chalinopsis cervicornis*. L'indication assez brève de sa forme concorde avec celle donnée par Lamarck et la complète en précisant les caractères et la taille des oscules. Mais surtout la description de ses spicules la rend enfin reconnaissable, de sorte que le nom spécifique *cervicornis* est celui qu'on doit retenir.

Les *acanthostyles* de *Spongia arborescens* Lamarck ne laissent aucun doute sur son identité avec *Chalinopsis cervicornis* O. Schmidt. Les verticilles en sont en nombre plus élevé que chez la plupart des Éponges congénères et comptent ordinairement cinq épines. Les spicules inclus par deux ou trois de front dans les fibres primaires radiales sont longs et relativement grêles (4 μ 5 à 5 μ), à épines faibles. Ceux qui hérissent les fibres sont plus courts (90 à 120 μ), à épines plus fortes et à pointe très acérée. Mais ces derniers ne sont ici le plus souvent épais que de 5 μ, et ils portent de 11 à 15 verticilles d'épines. A la surface du corps, enfin, se dressent par touffes des acanthostyles ayant 19 à 23 verticilles réguliers d'épines, distincts des spicules hérissants par leur taille plus forte (160 à 210 μ sur 8,5 à 9 μ), leurs épines faibles, au contraire, et leur pointe obtuse : ils appartiennent à la catégorie de ceux inclus dans les fibres, mais sont plus épais.

Le nom du genre *Chalinopsis* a été précédé de deux autres, *Agelas* Duchassaing et Michelotti 1864 et *Ectyon* J. E. Gray 1867, entre lesquels l'hésitation est permise. Il serait surprenant que Duchassaing et Michelotti n'eussent pas rencontré de ces Éponges aux Antilles, et Carter (**51**, p. 281) n'a pas hésité à assimiler *Ectyon sparsus* J.-E. Gray aux *Agelas dispar* et *A. rudis* de Duchassaing et Michelotti (**6**, p. 71, Pl. XV, fig. 1 et 2). Toutefois, les deux pointes de spicules d'*Agelas* figurées par ces auteurs (*l. c.*, Pl. I, G, et Pl. II, F) n'ont pas plus les épines verticillées que celle d'un spicule d'*Amphimedon* (*l. c.*, Pl. I, E), et l'absence d'un caractère aussi remarquable justifie la réserve où Vosmaer a préféré se tenir faute de preuves (**43**, p. 356).

Lamarck avait noté comme de provenance américaine sa *Spongia arborescens*.

Spongia arborescens Lamarck, var. γ.

(Pl. V, fig. 7.)

Ceraochalina arborescens (Lamarck).

Un spécimen, qu'une étiquette de Lucas dit être *Spongia arborescens* variété γ et auquel s'applique en effet très bien la diagnose : var. *lobis compressis erectis, margine foraminoso*.

Sans support, coupé net à sa partie inférieure, il est haut de 18 centimètres et se compose de cinq grands lobes digitiformes et de deux petits, tous dressés, parallèles, très libres, aplatis ou de section triangulaire et portant sur leurs bords ou le long de leurs angles autant de rangées d'oscules bien ouverts. Pores très apparents et nombreux sur les faces. Coloration brunâtre. Consistance ferme, peu élastique.

Charpente réticulée, dense, presque exclusivement fibreuse, les spicules n'entrant que pour une part infime dans sa constitution. Fibres brunes, tenaces. Les primaires épaisses de 40 à 60 μ, écartées de 100 à 160 μ, les secondaires épaisses de 30 à 15 μ, généralement simples entre les primaires et limitant des mailles surtout rectangulaires, longues pour la plupart de 125 à 240 μ.

Les spicules, des *oxes* peu courbés, à bouts obtus, mesurent 70 μ sur 2 μ 5. Ils sont rares. On ne les trouve, solitaires ou par files discontinues, que dans quelques fibres primaires, çà et là, mais surtout au voisinage de la surface.

Ceraochalina arborescens (Lamarck) se distingue à première vue des *Niphates* de Duchassaing et Michelotti (**6**, p. 93, Pl. XXI) par sa surface unie. Rappelant davantage certains aspects de *Pachychalina lobata* Ridley (**33**, p. 22, Pl. V, fig. 1), elle s'en écarte génériquement.

Le texte de Lamarck a laissé Lamouroux (**68**, p. 359) supposer cette prétendue variété de *Spongia arborescens* originaire, comme l'espèce même, des mers d'Amérique. Les deux Éponges de la collection dont il va être maintenant question portent à douter qu'il en soit réellement ainsi.

Ce sont ces spécimens incomplets d'une Axinellide qu'une étiquette de Lamarck montre avoir été pris par lui pour des *Spongia arborescens* jeunes. Ils sont dressés, lobés, à lobes primitivement digités, mais, par concrescence latérale, fusionnés pour la plupart en de larges expansions. Le plus grand (Pl. VI, fig. 2), haut de 12 centimètres environ, avait sans doute la partie inférieure lobée aussi, mais étroite ; usée, elle ne fait que simuler un pédicule, car elle porte des oscules. Il ne reste de l'autre que la partie supérieure, haute de 7 centimètres. Sous son socle se lit cette inscription à l'encre : « Sp. arborescens Lam. isle King : Peron et Lesueur 1803 », d'après laquelle il s'agirait d'une Éponge d'Australie et non pas d'Amérique.

Les deux spécimens sont brunâtres, fermes, à surface unie, très finement hispides, sans pores visibles, mais à oscules béants, assez larges. En ligne le long des lobes digités, ces orifices se disposent aussi pour la plupart sur les deux faces des portions lamelleuses, en séries linéaires qui correspondent aux lobes devenus concrescents. Il s'en trouve aussi une rangée à la marge supérieure du corps.

Structure et spiculation sont intéressantes. La charpente se compose de fibres tenaces dont la grosseur et l'allure diffèrent à l'intérieur et à la périphérie du corps. A l'intérieur, le réseau est assez lâche, fait de fibres primaires, épaisses de 70 μ et contenant des spicules par deux ou trois dans leur axe, et de fibres secondaires relativement grosses, puisqu'elles mesurent 40 à 50 μ d'épaisseur ou même 70 μ quand elles restent courtes, et ne contenant qu'un spicule à la fois, par file interrompue. A la périphérie, sur une hauteur de plus d'un millimètre dans le spécimen figuré, un peu moindre dans l'autre, les fibres se serrent davan-

tage les unes contre les autres et diminuent de calibre. Là, les fibres primaires, nettement radiales, ne sont plus distantes que de 95 à 140 μ et n'ont plus que 30 à 50 μ d'épaisseur ; les secondaires, qui n'en mesurent que de 17 à 25, les croisant à angle droit, à intervalles de 60 à 140 μ, dessinent avec elles un réseau serré et régulier. Les fibres transversales n'y ont pour soutien qu'un spicule unique, tandis que les radiales augmentent le nombre des leurs et en présentent fréquemment de front quatre ou cinq, dont la pointe peut devenir saillante et libre. Enfin, à leur terminaison, les fibres radiales portent chacune un fort bouquet de spicules divergents, et c'est l'ensemble de ces bouquets côte à côte qui rend les pores indistincts. Les divisions des fibres radiales n'atteignent d'ailleurs pas toutes la surface du corps, et, comme elles se terminent quand même par un bouquet de spicules, la zone corticale de l'Éponge est rendue singulière par ces bouquets épanouis à des niveaux différents.

Les spicules sont des *styles* lisses droits, courts et gros, à base un peu plus mince que la tige et à pointe conique. Ils mesurent de 90 à 110 μ de longueur sur 5 μ 5 à 7 μ 5 d'épaisseur. Leur canal axial, le plus souvent spacieux, se dilate un peu dans leur base amincie.

Un certain nombre de ces styles se tranforment en *oxes* droits, de même taille, par atténuation soudaine de leur portion basilaire en une pointe conique, acérée, où, au contraire le canal axial s'amincit beaucoup. On en voit de place en place occupant, comme les oxes des *Axinella*, une position transversale sur les lignes radiales de la zone corticale ; mais il s'en rencontre ailleurs aussi.

Enfin, des *styles* droits, à base à peine amincie, longs de 160 à 180 μ et seulement épais de 4 à 5 μ se voient clairsemés et de situation mal définissable.

La parenté exacte de cette Éponge ne m'apparaissant pas clairement, je propose de la nommer à titre provisoire *Axinella* (?) *Lesueuri*.

Spongia asparagus Lamarck.

(Pl. VI, fig. 7.)

101. Éponge asperge. *Spongia asparagus* (*A. M.*, p. 447 et *A. s. V.*, p. 375).

Cladochalina asparagus (Lamarck).

Plusieurs fragments terminaux. Celui qui est ici figuré mesure, redressé, 27 centimètres de hauteur et 6 à 8 millimètres d'épaisseur. Ses rameaux, submoniliformes par places, sont limités par une membrane d'aspect parcheminé, un peu grenue. Pas de pores visibles, mais oscules nombreux, arrondis, non surélevés, de $0^{mm},6$ à 1 millimètre de diamètre, disposés pour la plupart en deux séries longitudinales opposées et distants d'environ 4 ou 5 millimètres.

La cassure des rameaux laisse voir un intérieur passablement creux, car la charpente en est lâche. Celle-ci est d'ailleurs robuste, mais l'ectosome fibreux concourt peut-être autant qu'elle à donner une consistance ferme, assez peu élastique, à l'Éponge desséchée.

Les fibres sont d'une grosseur remarquable et d'un jaune foncé. Les primaires sont

épaisses de 130 à 150 μ et distantes les unes des autres de 350 à 420 μ. Les secondaires les croisent de loin en loin, à angle droit, restent simples et sont presque aussi grosses qu'elles (100 à 140 μ). Ainsi se dessine un réseau central à mailles allongées dans le sens du grand axe du corps. Il en émane des branches aussi fortes, qui, s'inclinant vers la surface, s'écartent encore un peu plus les unes des autres, jusqu'à près de $0^{mm},5$. Des terminaisons de celles-ci partent des fibres tangentielles jaunes, de 30 à 50 μ d'épaisseur, qui forment en s'unissant un premier réseau ectosomique. Enfin, dans les larges mailles de ce réseau fondamental s'en établit un beaucoup plus fin, à fibres incolores, épaisses seulement de 6 à 22 μ, circonscrivant des mailles elliptiques ou ovales de 30 μ sur 22 à 60 μ sur 35.

Les spicules sont des *oxes* peu courbés, isodiamétriques, à bouts obtus, longs de 60 à 70 μ, épais de 1 μ à 1 μ 5. Ils sont nombreux dans les grosses fibres, dont une section peut en rencontrer près d'une trentaine, mais, au lieu de se confiner suivant leur axe, ils s'éparpillent dans leur épaisseur jusqu'au voisinage de leur surface ou, tout au plus, se groupent par endroits en bandes longitudinales mal délimitées. En raison de leur finesse et malgré leur nombre, ils entrent dans la constitution des fibres pour une part bien moins importante que la spongine. On les trouve solitaires ou par file simple dans certaines des fibres du fin réseau ectosomique, beaucoup en étant complètement dépourvues.

Cladochalina asparagus ne paraît pas avoir été étudiée depuis Lamarck ou ne se reconnaît pas dans les descriptions données de congénères australiens. Plusieurs de ceux-ci, tels que les *C. nuda, C. subarmigera, C. pergamentacea* de Ridley (**32**), possèdent l'équivalent de son double réseau ectosomique. Mais ses fibres internes sont notablement plus grosses que les leurs et ses oxes, très faibles, ne s'atténuent pas en pointes.

Ridley a fait allusion (**32**, p. 405) à *Spongia asparagus* Lamarck, dont il a vu un spécimen, mais seulement pour la distinguer de sa *Pachychalina macrodactyla*, que Burton tient maintenant pour une *Chalina* (**49**, p. 510).

Les spécimens de *Spongia asparagus* ont été recueillis par Péron et Lesueur. On a attaché sur une planchette, de part et d'autre de deux d'entre eux, deux longues branches, simples et plus épaisses, d'une *Chalinopsilla* à petits oscules plus nombreux encore, mais légèrement surélevés et disséminés et à fibres sans enclaves, les secondaires bien distinctes des primaires par leur calibre. Si Lamarck a lui-même commis cette confusion, il n'y paraît pas à sa description.

Spongia muricata Lamarck.

103. Éponge muriquée. *Spongia muricata* (*A. M.*, p. 448 et *A. s. V.*, p. 376).

Raspailia hispida (Montagu).

Le type. Sa ramification, longue et dans un seul plan, sa haute hispidation, en partie engainée dans une pulpe superficielle, et sa spiculation en rendent la détermination aisée d'après Bowerbank.

Par une singulière aberration, Lamarck a renvoyé à son propos à deux Éponges plus

anciennes qui ne se ressemblent pas du tout, et il a retenu de leurs noms celui qui lui convient le moins.

En effet, il ne s'agit nullement de l'une des *Spongia muricata* de Pallas, de Linné et d'Esper, objets de comparaisons à réserver pour *S. echidnæa* Lamarck.

Elle est, au premier abord, moins différente de l'Éponge de Norvège figurée par Ellis (**8**, Pl. XI, fig. 1), appelée *Spongia dichotoma* par Linné (**27**, p. 1299) ainsi que par Solander et Ellis (**9**, p. 187), puis par Esper (**10**, p. 202, Pl. X). Mais celle-ci me paraît être *Dictyoclathria abyssorum* (Carter), commune sur les côtes de Norvège, à rameaux cylindriques en bouquet, à hispidation non engluée.

La planche d'Esper avait pour légende *Spongia fruticosa*, qu'un erratum a corrigée en *S. dichotoma*, sans que Lamarck en ait tenu compte. De son côté, Esper a cru *Spongia dichotoma* Linné identique à *S. cervicornis* Pallas (**28**, p. 388). Mais, méditerranéenne, *S. cervicornis* correspond plutôt, d'après l'ensemble de sa description, plus particulièrement par ses ramuscules ramifiés, à *Dictyoclathria morisca* (O. Schmidt).

N'étant point *S. muricata* Pallas, ni *S. cervicornis* Pallas, ni non plus *S. dichotoma* Linné, *S. muricata* Lamarck s'est trouvée, depuis, appelée *Spongia hispida* Montagu, puis *Halichondria hispida* Fleming. C'est sous le nom de *Dictyocylindrus hispidus* que Bowerbank en a fixé les caractéristiques, mais, comme *Dictyocylindrus* Bowerbank est synonyme de *Raspailia* Schmidt, elle doit, en définitive, s'appeler *Raspailia hispida* (Montagu).

Désireux de dissiper la confusion de Lamarck, Lamouroux n'a fait que l'accroître (**21**, p. 68) en attribuant à l'Éponge qui nous occupe le nom de *S. echidnæa* proposé par Lamarck pour une autre. Mais il en eut une connaissance exacte, et il a déclaré avec raison qu'elle n'est pas rare sur la côte du Calvados.

Quant à Lamarck, c'est sa méprise qui l'a conduit à la dire originaire des côtes de Guinée.

Spongia echidnæa Lamarck.

(Pl. III, fig. 3.)

104. Éponge hérissonnée. *Spongia echidnæa* (*A. M.*, p. 448 et *A. s. V.*, p. 376).

Ptilocaulis echidnæus (Lamarck).

Un spécimen, avec étiquette d'auteur. Il est en deux morceaux. Sa base, incomplète, forme un pédoncule simple, légèrement incliné, épais de 13 à 14 millimètres à sa partie inférieure, qui est cimentée sur un socle, et de 8 millimètres environ au bout supérieur. Il est compact et si dur qu'un violent effort a pu seul en provoquer la rupture. Sa structure consiste en un réseau dense de gros cordons de spongine renfermant des oxes. Sur toute sa hauteur, il porte des processus serrés, verruqueux en bas, puis papilliformes.

La partie détachée, haute de 12 centimètres, accentue l'inflexion du pédoncule. Elle se divise en deux branches flexueuses contractant entre elles trois anastomoses. Un rameau de l'une d'elles a dû rester libre, mais il a été sectionné.

Des processus cylindriques, prismatiques ou spatulés, chargent ces branches et s'allongent jusqu'à mesurer 4 et 5 millimètres. Il les ont entièrement entourées, mais, comme

ils sont, à sec, extrêmement caducs, ceux qui se sont trouvés le moins exposés à des frottements sont seuls demeurés en place. Le nombre en est très réduit. Sans ces processus, les branches terminales n'ont guère que $2^{mm},5$ d'épaisseur. Elles sont compactes comme le pédoncule et de même structure que lui. Le tout est de teinte brun foncé.

Les processus sont finement hispides. Cela tient à ce qu'ils se composent d'un axe pourvu d'un peu de spongine sur lequel se dressent obliquement vers leur bout libre des colonnes d'oxes superposés sur plusieurs hauteurs.

La spiculation consiste essentiellement en *oxes*. Ceux-ci se montrent de taille inégale, depuis 200 μ sur 7 μ 5 jusqu'à 420 μ environ sur 22 μ. Il en est de courbés au milieu, avec extrémités toutes deux acérées; mais, pour la plupart, ils se courbent excentriquement, de manière à présenter une portion longue et une courte ; souvent, la portion longue est presque droite et reste acérée au bout, tandis que la courte, un peu plus épaisse, émousse sa pointe. Cette forme extrêmement fréquente est comparable à ce que Carter a observé chez *Ptilocaulis rigidus* (**53**, p. 322). Il est exceptionnel, cependant, que cela aboutisse à l'état de styles. Cela n'arrive, dans chaque processus, qu'à un tout petit nombre de spicules qui, pour la même longueur, atteignent 28 μ d'épaisseur. On peut dire qu'il ne s'est pas fait dans cette Éponge une catégorie de styles superficiels. L'hispidation paraît causée simplement par des oxes, qui, un peu plus grands que les autres, atteignent de 450 à 500 μ de longueur.

Spongia echidnæa est évidemment un *Ptilocaulis*. Ridley, d'abord seul (**32**, p. 462), puis en collaboration avec Dendy (**33**, p. 183), a pensé reconnaître cette Éponge dans des spécimens du détroit de Torrès et de Bahia et l'a appelée *Axinella echidnæa*. Plus tard, Hentschel a donné le nom de *Axinella echidnæa* Ridley à des Éponges de la mer d'Arafura (**65**, p. 419). L'identité de tout cela avec la *Spongia echidnæa* de Lamarck est douteuse, en réalité. Ces auteurs ont fait mention de longs styles que celle-ci ne possède pas. Des détails sur les oxes font défaut pour pousser plus loin la comparaison.

Lamouroux a relevé (**21**, p. 68) la confusion faite par Lamarck au sujet de sa *Spongia muricata*. Elle se trouve maintenant éclaircie. C'est à propos de *S. echidnæa* que Lamarck aurait pu rappeler, avec la figure d'une *Spongia* de Séba (**38**, Pl. XCIX, fig. 7), déclarée commune sur la côte de Guinée, la *Spongia muricata* de Solander et Ellis (**9**, p. 183), dessinée par Ellis (**8**, Pl. XI, fig. F) d'après une Éponge d'Afrique. Le nom spécifique *muricata* est dû à Pallas (**28**, p. 389), qui l'a appliqué à l'Éponge de Séba ; le passage de sa description « undique spinis linearibus mollibus, apice sæpe bis vel trifidæ » ne convient pas à *S. echidnæa*, mais plutôt à quelque *Spongelia*. Quant à la *Spongia muricata* Esper (**10**, p. 185, Pl. III), à laquelle Lamarck a aussi renvoyé, on sait qu'elle est devenue le type du genre *Trikentrion* Ehlers (**7**, p. 6).

La provenance de *Ptilocaulis echidnæus* est inconnue.

Spongia vulpina Lamarck.

(Pl. V, fig. 3.)

105. Éponge vulpine. *Spongia vulpina* (*A. M.*, p. 449 et *A. s. V.*, p. 376).

Rhaphidophlus vulpinus (Lamarck) Ridley.

Ridley a reconnu en cette Éponge un *Rhaphidophlus* et noté son manque de toxes (**32**, p. 615).

Le port en est dressé, rameux, la conformation essentiellement clathrioïde. Elle se compose, en effet, de rameaux grêles anastomosés, dont Lamarck a décrit comme papilles les terminaisons libres. A part cela, les détails qu'il a consignés sont bien ce qui frappe, dans l'aspect du spécimen, haut de 185 millimètres, ici figuré (Pl. V, fig. 3). Une accumulation de subtylostyles à sa surface cause sa coloration blanchâtre.

La charpente, réticulée, est résistante, à spongine jaunâtre, et serrée, les fibres s'en croisant à de courts intervalles. Celles-ci, d'épaisseur comprise entre 25 et 60 μ, se distinguent mal en primaires et secondaires parce que les unes et les autres contiennent des styles principaux et se hérissent copieusement d'acanthostyles. Les secondaires renferment cependant, d'habitude, un nombre de styles moindre que les primaires, assez rarement un seul.

Les *styles* principaux, courbés, complètement lisses, ont la base toute simple, en continuité directe de la tige, et la pointe conique, acérée ; leur taille varie entre 150 à 200 μ sur 6 μ 5 à 12 μ. Dans les grosses fibres, ils se disposent par plusieurs de front avec peu de spongine débordante. Les *subtylostyles*, droits ou un peu courbés, sont très inégaux, entre 85 et 220 μ sur 3 à 6 μ ; leur base ne prend de renflement perceptible que sur les plus petits d'entre eux, mais elle porte constamment de fines épines dressées sur son extrémité. Les *acanthostyles*, droits, d'habitude, ou à peine courbés, ont la base un peu épaissie et entourée d'épines, la portion épibasale pauvre en épines mais pas tout à fait nue, la tige garnie d'épines nombreuses, assez fortes, récurvées, et la pointe fine et longue, épineuse jusqu'au bout. Longs de 70 à 85 μ, ils ont la tige épaisse de 6 à 7 μ, sans les épines, dans sa portion épibasale et la base large de 13 à 15 μ, épines comprises.

Les microsclères sont seulement des *isochèles palmés*, abondants, de longueur assez uniforme, comprise entre 13 μ 5 et 15 μ.

La forme de *Rhaphidophlus vulpinus* (Lamarck) est remarquable. Mais sa spiculation, dans l'ensemble, est du type de celle de *R. cluthratus* (O. Schmidt). Elle s'en distingue toutefois par l'absence de toxes et par le fait que ses subtylostyles accessoires et dermiques dressent de fines épines sur leur base.

Spongia spiculifera Lamarck.

(Pl. V, fig. 8.)

106. Éponge porte-épis. *Spongia spiculifera* (*A. M.*, p. 449 et *A. s. V.*, p. 376).

Ptilocaulis digitatus Topsent, var. *spiculifera* Lamarck.

Le type, avec étiquette calligraphiée de Lucas. Éponge blanchâtre, dressée, haute de 7 centimètres au milieu, à pédoncule court, à rameaux disposés en un éventail large de 85 millimètres et porteurs de ces petits tubercules obliques vers le haut qui les faisaient comparer par Lamarck à des épis de plantain.

La spiculation se compose uniquement de styles. Ils sont presque tous assez fortement courbés dans leur tiers basilaire, à base bien arrondie, à pointe plutôt brève, longs de 270 à 300 μ, épais de 15 à 17 μ. Cependant, il en existe aussi, auprès de la surface, en nombre très restreint, de plus longs, plus minces et plus droits, qui mesurent de 575 à 700 μ de longueur sur 11 μ au plus d'épaisseur et qui présentent souvent un renflement basilaire assez marqué.

Il s'agit d'une Axinellide que sa structure et la simplicité de sa spiculation permettent de rapporter naturellement au genre *Ptilocaulis.* En effet, de la spongine claire prend une part importante à sa constitution et forme dans son pédoncule et dans ses branches un réseau fibro-spiculeux analogue à celui de *P. echidnæus* (Lamarck). Ce réseau est seulement moins serré, et, dans les branches, il dessine, inclinées vers la surface, des lignes continues, polyspiculées, perceptibles à l'œil nu, où les styles tendent à s'orienter la pointe en haut, et croisées à angle droit, de distance en distance, par des styles solitaires. Les petits tubercules, fondamentalement conformés de même, sont certainement les homologues des papilles de *P. echidnæus,* avec plusieurs lignes axiales distinctes. Dans leurs intervalles s'ouvrent les orifices aquifères, apparents et uniformes.

Chose curieuse, entre cette Éponge, de l'île King, voisine de la Tasmanie, et celle des îles du Cap-Vert que j'ai appelée *Ptilocaulis digitatus,* dans la collection du Prince Albert Ier de Monaco (**80**, p. 172, Pl. II, fig. 22, et Pl. VI, fig. 15), aucune différence spécifique ne se révèle. Il n'est pas jusqu'aux rares styles sensiblement plus longs mais plus minces que le reste qui ne se retrouvent de part et d'autre, avec les mêmes dimensions. Le spécimen de Lamarck ne présente nul vestige d'une membrane ectosomique, mais ce n'est guère que sa forme plus délicate et flabellée qu'on peut invoquer pour le retenir comme type d'une variété *spiculifera* de *Ptilocaulis digitatus.*

Spongia carlinoides Lamarck.

(Pl. VI, fig. 4.)

107. Éponge carlinoïde. *Spongia carlinoides* (*A. M.*, p. 449 et *A. s. V.*, p. 377).

Echinodictyum glomeratum Ridley.

Le type, avec étiquette de Lamarck. Il faisait partie de la collection Turgot, sans indication d'origine.

C'est un *Echinodictyum* et la plupart de ses caractères autorisent à le rapporter à l'espèce *E. glomeratum* Ridley, du détroit de Torrès (**32**, p. 456, Pl. XL A et XLII, *p*), connu aussi de la mer d'Arafura grâce à Hentschel (**65**, p. 369).

Sa forme en buisson, sa taille, sa tige courte, ses branches anguleuses ou foliacées, à soudures latérales fréquentes, épineuses surtout en leurs bords, sa coloration brunâtre à l'état sec [Lamouroux (**68**, p. 361) ne l'a dite fauve grisâtre que par hypothèse], sont conformes aux descriptions de ces derniers auteurs.

La variabilité individuelle ou locale dont Hentschel a trouvé *E. glomeratum* susceptible explique que ni les oxes très inégaux de l'Éponge de Lamarck, ni ses styles ne paraissent constituer deux catégories distinctes et que ses acanthostyles, vus ailleurs en abondance par Ridley, se montrent, au contraire, clairsemés.

Autrement, la structure est bien telle que Ridley l'a fait connaître, et les caractéristiques des spicules ainsi que leurs dimensions relatives légitiment le rapprochement opéré.

Les oxes, courbés, à pointes assez brèves, varient entre 140 μ de longueur sur 2 μ 5 d'épaisseur et 435 μ sur 9, les plus grands étant les moins nombreux. Les styles ne se rencontrent qu'en très faible proportion, et je n'en ai pas obtenu d'entiers ; leur épaisseur est de 6 à 11 μ. Quant aux acanthostyles, ils sont droits et s'implantent loin l'un de l'autre, debout sur les fibres, la base, renflée, tout engagée dans la spongine. Ils sont longs de 95 à 105 μ, épais de 6 μ 5 à 7 μ au niveau de la base et de 5 à 6 μ au-dessus d'elle. La tige, ni très pointue ni largement obtuse à son extrémité libre, varie quelque peu de ce côté. Mais les épines sont toujours très petites ; semées le long du spicule, elles n'apparaissent, en général, distinctement récurvées que dans sa portion apicale.

Spongia strigilata Lamarck.

(Pl. V, fig. 5.)

109. Éponge en étrille. *Spongia strigilata* (*A. M.*, p. 450 et *A. s. V.*, p. 377).

Higginsia coralloides Higgin.

Le type, avec étiquette de Lamarck. C'est une jolie Éponge à pédicule subcylindrique court, ramifiée en éventail, haute de 13 centimètres (et non de 16 ou 17 comme il a été indiqué).

Lamarck l'avait obtenue du cabinet de Turgot et, à deux reprises, avait déclaré en ignorer l'habitat. La seconde édition de l'*Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres*, lui a fait dire (**20**, p. 567) : « Habite... probablement l'Océan Indien ». Il est plus vraisemblable qu'elle provient de la mer des Antilles, où fut recueillie l'Éponge appelée *Higginsia coralloides* par Higgin.

Elle comptait, en plus de ce qu'en représente la figure 5, planche V, au moins un rameau long de 35 millimètres, détaché d'un de ses bords, peut-être par Valenciennes.

Un peu comprimés suivant le plan dans lequel ils se disposent tous, ses rameaux ne s'individualisent généralement bien que dans la dernière partie de leur longueur. Ils contractent avant cela des anastomoses qui ne laissent dans leurs intervalles que quelques

lacunes irrégulières. Leur axe, de section elliptique, a une charpente réticulée, à spongine abondante enveloppant complètement les spicules, qui se tiennent d'ordinaire par plusieurs de front. Tout autour se dressent, inclinés vers le haut, des processus papilliformes, eux-mêmes comprimés, simples ou lobés, coniques ou lamelleux, saillants de 3 à 5 millimètres, parfois disposés en rangées longitudinales distinctes, que séparent des vallées larges de 3 à 4 millimètres, et parfois même concrescents entre eux sur quelque longueur sous forme de crêtes continues, plus ou moins denticulées. Leur charpente, nullement plumeuse, est aussi un réseau fibro-spiculeux solide. Le tout est dur et les papilles, larges de base, ne sont guère caduques. Pas d'oscules distincts. Réimbibé d'eau, l'ectosome paraît inégal, irrégulièrement poreux et très lâchement hispide, mais se laisse assez bien enlever par lambeaux. Simplifié à sa limite externe, le réseau squelettique sur lequel il repose est à peu près unispiculé.

Les mégasclères principaux, éléments de la charpente, sont des *oxes* assez robustes, variant entre 365 μ sur 8 et 490 μ sur 23, courbés au milieu et à pointes bien faites, coniques, acérées, rarement à bouts écourtés et arrondis. Des *styles* purs, peu nombreux, beaucoup plus longs mais plus grêles, dépassent de loin en loin la surface. Ils atteignent $1^{mm},15$ et $1^{mm},4$ sur seulement 10 à 16 μ d'épaisseur. Des *oxes* grêles, longs de 490 à 770 μ, mais épais seulement de 4 à 5 μ, ou de 7 μ tout au plus, se rencontrent en assez grand nombre. Ils se distinguent toujours aisément des oxes principaux par leurs dimensions et par leur forme, et, de toute évidence, représentent une catégorie à part de spicules. Ils sont tous flexueux. Non centrotylotes, ils s'amincissent progressivement vers les bouts et se terminent en pointes coniques, simples et fines. Ils se tiennent dans l'ectosome, solitaires ou fasciculés, et il semble que leurs faisceaux, de 6 à 14 unités, accompagnent les styles. Enfin, les *micracanthoxes*, à pointes brèves, sont de courbure très faible et sans nodosité centrale. Ils se parsèment d'épines droites, plantées debout, fines et souvent hautes de 2 μ 5 et 3 μ. Ils sont longs de 130 à 245 μ, épais de 3 à 4 μ. Surtout abondants dans l'ectosome, ils s'y entrecroisent et forment feutrage.

Par ses caractères extérieurs, *Spongia strigilata* se confond avec le type de *Higginsia coralloides* Higgin (**66**, Pl. XIV, fig 1). Celui-ci ayant été soigneusement lavé, Higgin n'y a peut-être plus trouvé de styles. Cependant, il y a vu les oxes ectosomiques, « fine slender straight acerates in small quantity, sometimes longer than the others ». Les micracanthoxes y sont « only slightly bent », comme chez *Spongia strigilata*.

Une certaine variabilité des oxes ectosomiques paraît ainsi probable chez *H. coralloides*. Je ne sais s'il en faut admettre une aussi dans ce que, avec Carter, on a, à tort ou à raison, tenu pour une variété *massalis* de cette espèce. Hallmann y a décrit ces spicules comme courts, grêles, légèrement courbés, à pointes souvent émoussées (**62**, p. 664). Dans l'Éponge d'Amboine que j'ai rapportée à cette variété (**77**, p. 442, Pl. XX, fig. 21) et qu'il considère comme une variété distincte (**62**, p. 658), ce sont des oxes grêles, de 700 μ à $1^{mm},12$ de longueur sur 5 à 8 μ d'épaisseur, primitivement qualifiés de tornotes à cause de leurs pointes coniques, simples et fines. Non centrotylotes, ils sont raides de part et d'autre d'une courbure médiane faible, souvent brusque. Ils se groupent par faisceaux de 10 à 12 unités autour des styles en leur point d'émergence. Au contraire, les micracanthoxes, longs

de 60 à 130 μ, à courbure médiane souvent brisée et à renflement médian fréquent, sont pareils de part et d'autre.

L'existence de ces oxes dermiques est en tout cas intéressante, puisqu'ils marquent peut-être la place de ces Éponges dans le genre *Halicnemia* Bowerbank (**80**, p. 39).

Spongia nervosa Lamarck.

110. Éponge nerveuse. *Spongia nervosa* (*A. M.*, p. 450 et *A. s. V.*, p. 377).

? *Echinodictyum nervosum* Ridley.

Le type, que Turgot avait figuré en 1758 (**84**, Pl. XXIV, fig. A), ne se trouve pas actuellement dans la collection.

L'opinion de Ridley que l'Éponge de la côte sud-est de l'Arabie décrite par lui sous le nom d'*Echinodictyum nervosum* (**72**) correspondrait à *Spongia nervosa* Lamarck demeure donc hypothétique. A comparer les textes, elle ne s'impose pas, puisque, au contraire de *S. nervosa*, le spécimen de Ridley a un encroûtement dense, des oscules et des anastomoses multiples, et que, d'autre part, il manque des fines nervures longitudinales du spécimen de Turgot. Il semble que Ridley ne se soit pas, à cette époque, reporté à l'ouvrage de Turgot, autrement il n'aurait pas jugé *Spongia cancellata* Lamarck synonyme de *S. nervosa*. Une idée plus exacte de *Spongia cancellata* ne lui est venue que plus tard (**32**, p. 457, Pl. XL).

Spongia rubispina Lamarck.

111. Éponge épine de ronce. *Spongia rubispina* (*A. M.*, p. 450 et *A. s. V.*, p. 377).

? *Gelliodes fibulata* Ridley.

La collection ne renferme pas cette Éponge actuellement. Essayant de s'en faire une idée d'après la description de Lamarck, Ridley a émis l'hypothèse, en 1884 (**32**, p. 427), que des *Gelliodes* recueillis par l'*Alert* dans le détroit de Torrès seraient de même espèce qu'elle et que *Axos fibulata* Carter et l'a maintenue en 1887 (**33**, p. 47). Mais il lui fallut consigner cette réserve que ses spécimens, non en éventail, manquaient de l'encroûtement signalé chez *Spongia rubispina*. Or, cet encroûtement blanchâtre, coriace, sur lequel Lamarck a insisté et auquel il a comparé celui de *Spongia abietina* (un *Rhaphidophlus*) a certainement de l'importance. Rien de pareil n'existant chez les *Gelliodes*, il est à supposer que *S. rubispina* n'appartient point à ce genre d'Éponges.

Il est douteux aussi que Ridley ait eu raison de rapporter au genre *Gelliodes Spongia licheniformis* Lamarck. Le spécimen ainsi étiqueté sur lequel il a fondé son opinion (**32**, p. 427) revêt, de même que celui dragué par le *Challenger* (**33**, p. 48, Pl. XII, fig. 3), une forme que Lamarck n'a assignée à aucune de ses variétés de *Spongia licheniformis*, disant, en principe, celle-ci *glomerato-cespitosa*, *sessilis*, *asperata*, et la plaçant dans son groupe des Éponges sessiles, simples ou lobées. Ridley peut avoir, comme à propos de *Spongia pennatula*, été trompé par une de ces étiquettes erronées ou transposées dont j'ai moi-même rencontré trop d'exemples.

La variété γ de *Spongia licheniformis* se confond, on le sait, avec *Hircinia variabilis* (**83**, p. 15). Ridley n'a pas tenté d'établir à laquelle des autres variétés se rattacherait *Gelliodes licheniformis*.

Spongia abietina Lamarck.

(Pl. IV, fig. 10.)

112. Éponge sapinette. *Spongia abietina* (*A. M.*, p. 450 et *A. s. V.*, p. 377).

Rhaphidophlus aculeatus (Ridley).

Deux spécimens : l'un, le type (Pl. IV, fig. 10), haut de 9 centimètres, large de 14, avec étiquette de Lucas ; l'autre, haut de 12 centimètres, large de 17, étiqueté par Valenciennes et que Lamarck n'a peut-être pas vu.

Lamarck ignorait la provenance de sa *Spongia abietina*. Ridley, ne pouvant reconnaître cette Éponge à une description de son aspect, en a fait sa *Clathria aculeata* d'après deux spécimens du détroit de Torrès (**32**, p. 443, Pl. XL, fig. I, et Pl. XLII, fig. *k*). Le *Challenger* en a recueilli un troisième dans le même détroit, également par faible profondeur (**33**, p. 147). Il est ainsi vraisemblable que ceux du Muséum sont d'origine australienne.

L'encroûtement de ces derniers, tombé seulement par places, est l'effet d'un revêtement ectosomique épais, rempli de subtylostyles minces, dressés, et qui, réimbibé d'eau, se laisse aisément détacher par grands lambeaux. La multitude de ses spicules le rend blanc à l'état sec. Son existence caractérise le genre *Rhaphidophlus*. Ridley n'en a pas tenu compte, quoiqu'il ait constaté sur les branches « in dry state... a whitish incrusted appearance ».

Le filet corné que Lamarck a vu terminer la plupart des pointes de son spécimen est une grosse fibre axiale dénudée, le long de laquelle se distinguent encore, quoique brisées pour la plupart, les touffes de gros subtylostyles implantés par leur base parmi des acanthostyles.

Sauf détails sans importance, la spiculation est conforme aux indications de Ridley. *Subtylostyles* lisses, à cou, robustes, de 180 à 260 μ sur 12 à 16, un peu plus gros, par conséquent, qu'il ne les a vus et non pas droits mais courbés. *Subtylostyles* plus minces, à base ovale bien renflée, lisse, inclus dans les fibres et chargeant l'ectosome, beaucoup plus nombreux que les précédents. En raison même de leur abondance, ils sont inégaux. Les plus grands atteignent 320 μ sur 10 et sont droits. Parmi de plus petits, il en est qui descendent à 140 μ sur 2 à 3 μ et qui se montrent flexueux. Les *acanthostyles*, nombreux, sont droits, à base renflée, à cou nu, à épines assez fortes, presque droites, à pointe fine et nue ; ils sont longs de 70 à 90 μ, épais de 7 ou 8. *Isochèles palmés*, longs de 11 à 12 μ. *Toxes*, de même courbure que celui figuré par Ridley, longs de 40 à 55 μ.

Spongia elongata Lamarck (1).

113. Éponge allongée. *Spongia elongata* (*A. M.*, p. 451 et *A. s. V.*, p. 378).

Stylinos elongata (Lamarck).

Le type, qu'accompagne une étiquette de Lucas, atteint près de 55 centimètres de longueur. Il a été conservé en anse. En addition à la description originale, il faut noter que des oscules béants, allongés et dépassant souvent $2^{mm},5$ de plus grand diamètre, se percent sur toute sa hauteur, suivant deux lignes marginales opposées, à 3 ou 4 millimètres seulement l'un au-dessus de l'autre; mais le sens dans lequel il a été posé pour la dessiccation oblige à l'examiner de côté pour les voir. L'état de sa surface laisse beaucoup à désirer; elle ne montre pas trace d'une membrane dermique. En outre, la macération a fait disparaître presque tous les spicules libres. La charpente, assez lâche, est nettement chalinoïde, tenace, composée de fibres où la spongine domine, si résistante qu'il faut prolonger l'ébullition dans l'acide azotique étendu pour libérer les spicules. Mais ceux-ci se montrent alors d'une forme qui exclut la possibilité d'inscrire l'Éponge parmi les Chalinines. Les considérations générales au sujet de *Stylinos scariola* (p. 95) s'appliquent à *Spongia elongata*, qui s'ajoute ainsi aux représentants déjà connus du genre *Stylinos*.

Les fibres primaires, à spongine claire, mesurent 60 à 90 μ de diamètre, dans l'eau. Elles sont polyspiculées, à spicules confinés en leur axe. Les secondaires, courtes et épaisses de 30 à 35 μ, contiennent rarement moins de trois spicules de front. L'Éponge offre une certaine souplesse dans sa moitié supérieure, mais elle est peu compressible.

Les spicules, de taille assez uniforme, sont des *styles*, assez petits mais plutôt trapus, lisses, un peu courbés, à pointe conique courte, comme triangulaire, rappelant à cet égard ceux des *Stylinos Jullieni* et *S. scariola*, et à base tantôt amincie, tantôt légèrement épaissie, simple ou quelquefois un peu bosselée. Ils sont, en général, longs de 110 à 115 μ et épais de 6 μ, mais il en est de plus grêles, et leur épaisseur peut, au contraire, atteindre 7 μ.

L'Éponge est australienne.

Pourvue d'oxes, *Chalina elongata* Ridley, des îles Amirantes, se distingue nettement de *Spongia elongata* Lamarck, à laquelle, d'ailleurs, Ridley ne l'avait identifiée que sous réserves (**32**, p. 603). La question ne s'est même pas posée pour *Pachychalina elongata* Ridley et Dendy (**33**, p. 23, Pl. VI, fig. 1), ni pour *Chalinissa elongata* Lendenfeld (**23**, p. 774), des *Cladochalina*, dont la seconde, d'après Whitelegge et Burton, ne peut être séparée de *C. communis* (Lendenfeld).

D'après des annotations manuscrites de Valenciennes, Lamarck aurait pris pour des *Spongia elongata* deux Éponges très différentes du type, recueillies à Porto-Rico, en 1795, par Maugé, au cours de l'expédition Baudin. L'une d'elles, largement étendue sur une *Hircinia*, dresse trois pousses très écartées, longues de 40, 45 et 60 centimètres, absolument simples, effilées depuis leur base, qui est épaisse de 15 à 20 millimètres seulement, roides,

(1) Cette Éponge sera figurée dans la dernière partie du travail.

d'un gris jaunâtre, grossièrement réticulées, sans membrane dermique distincte et semées d'oscules assez larges suivant deux lignes longitudinales opposées. L'autre n'est qu'une pousse isolée de même nature, haute de 34 centimètres. Leur provenance et leur port suggèrent avec *Niphates erecta* Duchassaing et Michelotti (**6**, p. 93, Pl. XXI, fig. 3) une comparaison que gênent cependant certains détails. Le premier de ces spécimens a été étiqueté *Chalinopsilla*, probablement parce qu'il n'y a pas été vu de spicules. Il y en existe, en réalité, de cylindriques ou à pointes mal marquées, droits, longs de 70 μ, épais de moins de 1 μ, mais ils se tiennent solitaires et très clairsemés dans la plupart des fibres, sans rapport de nombre avec leur diamètre très inégal entre 40 et 180 μ dans l'eau, sans orientation fixe à l'intérieur des plus grosses et suivant l'axe des autres. On a donc affaire à des représentants d'une *Chalina* à spiculation très réduite. Le texte de Lamarck ne fait pas explicitement allusion à eux.

Spongia selaginea Lamarck.

(Pl. VI, fig. 6.)

114. Éponge sélagine. *Spongia selaginea* (*A. M.*, p. 451 et *A. s. V.*, p. 378).

Hircinia selaginea (Lamarck).

Le type. Il a été passablement mutilé. Valenciennes, notamment, en avait détaché un assez long rameau. Malgré tout, il présente bien les caractères extérieurs décrits par Lamarck. C'est une *Hircinia*, comme pouvait le faire deviner la note de la deuxième édition des *Animaux sans Vertèbres* (**20**, p. 568). Le manque de renseignement sur sa provenance est regrettable, car, comparée aux autres *Hircinia* rameuses citées dans la Monographie de Lendenfeld, l'espèce s'en écarte nettement.

Par rapport à des *H. dendroides* O. S. des côtes de Provence, son feutrage superficiel est moins épais et moins dense et se perce, par dessiccation, d'une multitude de pores fins ; ses conules sont plus écartés et un peu plus hauts. Mais, par elles-mêmes, ces différences seraient de peu d'importance devant les variations possibles de *H. variabilis*, dont *H. dendroides* passe pour une variété. Ce sont la nature et la structure de leur charpente qui obligent à tenir ces Éponges pour distinctes.

Hircinia dendroides a un squelette confus, en réseau polygonal irrégulier. Ses fibres primaires, épaisses de 100 à 180 μ, sont d'allure trop capricieuse pour suivre longtemps une direction. Des grains de sable assez gros les chargent ou les parsèment, en ligne ou sans ordre. Les secondaires, d'épaisseur variable entre 35 et 100 μ, ne sont pas toutes aisément reconnaissables comme telles. Beaucoup ont des enclaves, parfois même en semis assez serré, alors qu'il en est de grosses qui s'en montrent totalement dépourvues.

Chez *Hircinia selaginea*, au contraire, la charpente affecte beaucoup de régularité, et la distinction entre les fibres des deux ordres se fait de prime abord avec la plus grande aisance. Les primaires, épaisses de 60 à 160 μ, sont généralement seules à contenir des enclaves, grains de sable assez menus, et l'opacité qui en résulte pour elles permet de les reconnaître à l'œil nu. On peut ainsi les suivre après macération sur de grandes longueurs,

ascendantes, peu ramifiées, distantes les unes des autres de $0^{mm},7$ à 1 millimètre environ. Les fibres secondaires, de 30 à 80 µ de diamètre, claires ou n'ayant que par exception quelques enclaves, constituent entre elles un réseau assez abondant, à mailles inégales et, par places, assez étroites et rondes pour simuler les ports d'un crible, et ce réseau se tend suivant le grand axe des rameaux comme pour contenir la paroi des canaux aquifères verticaux.

Les filaments sont de même type et relativement gros dans les deux cas. A bonne distance de leurs extrémités, ils mesurent de 3 à 5 µ chez *H. dendroides* et de 4 à 8 µ chez *H. selaginea*. Leurs renflements terminaux sont elliptiques chez la première, longs de 13 µ, larges de 9 µ 5, plus arrondis chez la seconde, avec 10 µ 5 à 11 µ de long pour 9 µ 5 à 10 µ de large. Mais ces détails auraient pu dépendre d'aptitudes individuelles et ne sont rien auprès des particularités si marquées de structure et de disposition de fibres.

A cause de celles-ci, la confusion est impossible également entre *Hircinia selaginea* et les autres *Hircinia* rameuses, *H. fusca* et *H. friabilis*, dont Lendenfeld a fait des *Dysidicinia* (**25**, p. 565 et 566) précisément pour la raison que leurs fibres, toutes à enclaves, ne se différencient pas en principales et conjonctives.

Spongia aspericornis Lamarck.

(Pl. VI, fig. 8 et 9.)

115. Éponge cornes rudes. *Spongia aspericornis* (*A. M.*, p. 451 et *A. s. V.*, p. 378).

Cladochalina fibrosa (Ridley et Dendy) Burton.

Ridley et Dendy ont décrit cette Éponge sous le nom de *Pachychalina fibrosa* en 1887 (**33**, p. 21, Pl. IV, fig. 3 et 4), et Burton l'a récemment classée dans le genre *Cladochalina* (**49**, p. 510). D'habitat étendu, elle a été draguée à plusieurs reprises. Il est surprenant et regrettable que l'occasion n'ait pas été offerte à Ridley de la connaître sous le nom qu'elle avait reçu de Lamarck, car la collection en renferme quatre spécimens, les plus beaux qu'on ait recueillis.

L'un d'eux, marqué d'une étiquette d'auteur, forme un buisson d'une quarantaine de branches, haut de 25 centimètres, large de 30, épais au plus de 7 à 8 centimètres. Un autre, dont une portion est ici figurée (Pl. VI, fig. 8), atteint 30 centimètres de hauteur et émet toutes ses branches exactement dans un plan. Lamarck a, en outre, distingué une variété *compressa* d'après un spécimen à rameaux également étendus dans un plan, mais plus larges et comprimés (Pl. VI, fig. 9). Il faut observer qu'au lieu de disperser ses oscules, celui-ci les ouvre sur les bords de ses rameaux. Structure et spiculation sont, d'ailleurs, partout identiques.

Sauf celles du réseau cribreux, le plus souvent encore en place sur le réseau dermique, et qui a pu donner à Lamarck l'impression d'un encroûtement, tant il est fin, les fibres sont polyspiculées, à spicules nombreux, serrés, et les emplissant presque. Tout à fait pareils à ceux des spécimens des îles Aru étudiés par Hentschel (**65**, p. 401), les spicules mesurent 85 à 100 µ sur 2 µ à 2 µ 5 seulement.

Le rapprochement judicieux opéré par Lamarck entre *Spongia aspericornis* et *S. muricina* (nº 74) fait ressortir ce qu'a d'artificiel dans le système de classification des Chalinines l'obligation de rapporter ces Éponges à deux genres différents, suivant qu'elles creusent ou non leurs branches d'un canal cloacal axial.

Les auteurs de la deuxième édition des *Animaux sans Vertèbres* ont fait de *S. aspericornis* une observation tout à fait erronée (**20**, p. 568).

Les spécimens de la collection proviennent de l'exploration des mers australes par Péron et Lesueur. Très fragiles, ils ont été plus ou moins endommagés.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE [1]

46. — Balsamo-Crivelli (G.), Di alcuni Spongiarj del Golfo di Napoli (*Atti d. Soc. Ital.*, t. V, p. 284-302. Milano, 1863).

47. — Bowerbank (J. S.). On the Anatomy and Physiology of the Spongiadæ. P. II (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, p. 747-829, Pl. XXVII-XXXV. London, 1862).

48. — Bowerbank. (J. S.), Contributions to a General History of the Spongiadæ. P. VIII (*Proc. Zool. Soc.*, p. 768-775, Pl. LXXVIII-LXXXI. London, 1876).

49. — Burton (M.), A revision of the Genera and Species contained in Lendenfeld's « Die Chalineen des australischen Gebietes » [*Ann. and Mag. of nat. hist.* (ser. 9), vol. XX, p. 289-296 and 502-512. London, 1927].

50. — Carter (H. J.), Notes Introductory to the Study and Classification of the Spongida [*Ann. and. Mag. of nat. hist.* (ser. 4), vol XVI, p. 1-40, 126-145, 177-200. London, 1875].

51. — Carter (H. J.), Some Sponges from the West-Indies and Acapulco [*Ann. and Mag. of nat. hist.* (ser. 5), vol. IX, p. 260-301 and 346-369. London, 1882].

52. — Carter (H. J.), New Sponges. Observations on old ones, and a proposed New Group [*Ann. and Mag. of nat. hist.* (ser. 5), vol. X, p. 106-125. London, 1882].

53. — Carter (H. J.). Contributions to our knowledge of the Spongida [*Ann. and Mag. of nat. hist.* (ser. 5), vol. XII, p. 308-329. London, 1883].

54. — Dendy (A.), The Sponge-fauna of Madras [*Ann. and Mag. of nat. hist.* (ser. 5), vol. XX, p. 153-165. London, 1887).

55. — Dendy (A.), Observations on the West-Indian Chalinine Sponges, with Descriptions of new Species (*Trans. Zool. Soc.*, vol. XII, Pl. X, n° 1. London, 1890).

56. — Dendy (A.), Catalogue of Non-Calcareous Sponges collected by J. Bracebridge Wilson in the Neighbourhood of Port-Phillip Heads. P. I (*Proc. Roy. Soc. of Victoria*, vol. VI, p. 232. Melbourne, 1895).

57. — Dendy (A.), *Id.*, P. II (*Ibid.*, vol. VIII, p. 14. Melbourne, 1896).

58. — Dendy (A.), On the Sponges (Rep. to the Government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar. Suppl. Rep. XVIII (*Royal Society*, 1905).

59. — Dendy (A.), Report on the Non-Calcareous Sponges collected at Okhamandal in Kattiavar in 1905-6 (*Rep. to the Government of Baroda on the Marine Zoology of Okhamandal in Kattiavar*. P. II. London, 1916).

60. — Gmelin (J. F.), *Systema naturæ* (Linné), vol. I, P. VI. Lipsiæ, 1791.

61. — Hallmann (E. F.), A revision of the Monaxonid species described as new in Lendenfeld's « Catalogue of the Sponges in the Australian Museum » (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, vol. XXXIX. P. II, p. 263-315 and p. 327-376, Pl. XV-XXIV. Sydney, 1914).

62. — Hallmann (E. F.), A revision of the genera with microscleres, included or provisionally included in the family *Axinellidæ*, with descriptions of some australian species (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, vol. XLI, Pl. XXI-XLIV. Sydney, 1916).

63. — Hallmann (E. F.), New genera of Monaxonid Sponges related to the genus Clathria (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, vol. XLIV. P. IV. Sydney, 1919).

64. — Hentschel (E.), Tetraxonida, II Teil (*Die Fauna Südwest-Australiens*, Bd. III, Lief. 10. Iéna, 1911).

65. — Hentschel (E.), Kiesel-und Hornschwämme der Aru-und Kei-Inseln (*Abhandl. d. Senckenb. Naturf. Gesellsch.*, Bd. XXIV ; H. Merton'sche Reiseergebnisse in den südöstlichen Molukken, Bd. II. Frankfurt-a-M., 1912).

(1) Les 45 premiers numéros de cet index ont été donnés à la fin de la première partie du mémoire.

66. — HIGGIN (T.). Description of some Sponges obtained during a cruise of the steam-yacht *Argo* in the Carribbean and neighbouring Seas [*Ann. and Mag. of nat. hist* (sér. 4), vol. XIV, p. 291. London, 1877].

67. — KENT (S.). On a new genus of Sponges from North Australia (*Proc. Zool. Soc.*, p. 615, Pl. XLVIII. London, 1871).

68. — LAMOUROUX (J.-V.-F.). Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des Zoophytes ou Animaux rayonnés, vol. II. Paris, 1824.

69. — LENDENFELD (R. VON). *Spinosella infundibulum* n. sp. Altenburg, S. A., 1912.

70. — LUNDBECK (W.), *Porifera* (P. I). *Homorrhaphidæ* and *Heterorrhaphidæ* (*The Danish Ingolf-Expedition*, vol. VI. Copenhagen, 1902).

71. — MARSILLI (L. F.), Histoire physique de la Mer. Amsterdam, 1725.

72. — RIDLEY (S. O.), On the genus *Plocamia* Schm., and on some other Sponges of the Order Echinonemata (*Linn. Soc. Journ. Zool.*, vol. XV, p. 476. London, 1881).

73. — SCHMIDT (O.), Die Spongien des adriatischen Meeres, Supplement. Leipzig, 1864.

74. — SCHMIDT (O.), Die Spongien des adriatischen Meeres, Zweites Supplement. Leipzig, 1866.

75. — SCHMIDT (O.), Grundzüge einer Spongien-Fauna des atlantischen Gebietes. Leipzig, 1870.

76. — TOPSENT (E.), Contribution à l'étude des Spongiaires de l'Atlantique Nord (*Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco*, fasc. II. Monaco, 1892).

77. — TOPSENT (E.), Spongiaires de la baie d'Amboine (Voyage de M. Bedot et C. Pictet dans l'archipel Malais, in *Revue suisse de Zoologie*, vol. IV, fasc. 3, p. 421-487, Pl. XVIII-XXI. Genève, 1897).

78. — TOPSENT (E.), Notes sur les genres *Semisuberites* et *Hemiasterella* (*Bull. Instit. Océanogr.*, nº 359. Monaco, 1919).

79. — TOPSENT (E.), Spongiaires du Musée zoologique de Strasbourg. Monaxonides (*Bull. Institut. Océanog.*, nº 381. Monaco, 1920).

80. — TOPSENT (E.), Spongiaires de l'Atlantique et de la Méditerranée provenant des croisières du Prince Albert Ier de Monaco (*Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco*, fasc. LXXIV. Monaco, 1928).

81. — TOPSENT (E.), Phénomènes de styloprothèse chez des Pœciloscérines (*Arch. zool. exp. et gén.*, vol. LXVIII. Notes et revue, nº 1, p. 19-32. Paris, 1929).

82. — TOPSENT (E.), *Spongionella* Bow. et *Cacospongia* Schm. (*Bull. Instit. Océanogr.*, nº 527. Monaco, 1929).

83. — TOPSENT (E.), Éponges de Lamarck conservées au Muséum de Paris (*Arch. du Muséum*, vol. V, p. 1-56, Pl. I-IV. Paris, 1930).

84. — TURGOT (E.-F.). Mémoire instructif sur la manière de rassembler, de préparer, de conserver et d'envoyer les diverses curiosités d'histoire naturelle. Lyon, 1758.

85. — VOSMAER (G. C. J.), The Sponges of the *Willem Barents* Expedition, 1880 and 1881 (*Bijdr. tot de Dierk. Natura Artis Magistra*, vol. XII. Amsterdam, 1885).

86. — VOSMAER (G. C. J.), Bibliography of Sponges 1551-1913, edited by G. P. Bidder and C. S. Vosmaer-Röell. Cambridge, 1928.

87. — WILSON (H. V.), The Sponges collected in Porto Rico in 1899 (*U. S. Fish Commission Bulletin for 1900*, vol. II. Washington, 1902).

Explication des Planches

PLANCHE I

Fig. 1. — *Spongia lacera* Lamarck [= *Chalinopora lacera* (Lamarck)]. Le type, réduit d'un quart environ (**83**, p. 17).
Fig. 2. — *Spongia bursaria* Lamarck [= *Spinosella villosa* (Pallas)]. Spécimen réduit presque de moitié (p. 67).
Fig. 3. — *Spongia vasculum* Lamarck [= *Calyx vasculum*(Lamarck)]. Le type, réduit presque de moitié (p. 61).
Fig. 4. — *Spongia labellum* Lamarck [= *Adreissa labellum* (Lamarck)]. Spécimen réduit d'un quart environ (p. 64).
Fig. 5. — *Spongia lacunosa* Lamarck [= *Aplysina lacunosa* (Lamarck)]. Le type, réduit de plus de moitié (p. 70).
Fig. 6. — *Spongia frondifera* Lamarck [= *Anomoclathria opuntioides frondifera* (Lamarck)]. Petit spécimen styloprothétique de grandeur naturelle (p. 103).
Fig. 7. — *Spongia frondifera* Lamarck [= *Anomoclathria opuntioides frondifera* (Lamarck)]. Petit spécimen styloprothétique de grandeur naturelle.
Fig. 8. — *Spongia labellum*, var. β Lamarck [= *Adreissa labellum* (Lamarck)]. Spécimen réduit presque de moitié (p. 64).
Fig. 9. — *Spongia* . *sportella* Lamarck [= *Adreissa labellum* (Lamarck)]. Spécimen réduit de moitié (p. 66).

PLANCHE II

Fig. 1. — *Spongia calyx* Lamarck [= *Thorecta calyx* (Lamarck)]. Le type réduit de moitié (p. 70).
Fig. 2. — *Spongia calyx* Lamarck [= *Thorecta erecta* (Hyatt)]. Petit spécimen haut de 7 centimètres (p. 70).
Fig. 3. — *Spongia plicifera* Lamarck [= *Spinosella plicifera* (Lamarck)]. Spécimen réduit (p. 73).
Fig. 4. — *Spongia plicifera*, var. β Lamarck [= *Spinosella scrobiculata* (Lamarck)]. Spécimen réduit.
Fig. 5. — *Spongia colus* Lamarck [= *Thorecta erecta* (Hyatt) Whitelegge]. Spécimen réduit de plus d'un tiers (p. 80).
Fig. 6. — *Spongia peronii* Lamarck, espèce inédite [= *Siphonochalina Peroni* (Lamarck)]. Spécimen réduit de 1/5 environ (p. 78 et 79).
Fig. 7. — *Spongia bullata*, var. β Lamarck [= *Siphonochalina tubulosa* (Esper)]. Spécimen un peu réduit (p. 78).
Fig. 8. — *Spongia bullata* Lamarck [= *Siphonochalina bullata* (Lamarck)]. Spécimen réduit de 1/5 environ (p. 76).
Fig. 9. — *Spongia bullata* Lamarck [= *Siphonochalina bullata* (Lamarck)]. Spécimen fendu en long, de grandeur naturelle (p. 76).
Fig. 10. — *Spongia scrobiculata* Lamarck [= *Spinosella scrobiculata* (Lamarck)]. Le type, réduit d'un tiers environ (p. 74).
Fig. 11. — *Spongia scrobiculata* Lamarck [= *Spinosella scrobiculata* (Lamarck)]. Spécimen haut de 17 centimètres (p. 74).

Planche III

Fig. 1. — *Spongia digitalis* Lamarck [= *Spinosella digitalis* (Lamarck)]. Spécimen réduit d'un tiers (p. 75).

Fig. 2. — *Spongia colus*, var. β Lamarck [= *Thorecta erecta* (Hyatt) Whitelegge]. Le type, presque réduit de moitié (p. 80).

Fig. 3. — *Spongia echidnæa* Lamarck [= *Ptilocaulis echidnæus* (Lamarck)]. Portion supérieure d'un spécimen, réduite d'un tiers (p. 108).

Fig. 4. — *Spongia perfoliata* Lamarck [= *Caulospongia verticillata* S. Kent]. Fragment fendu en long, réduit de moitié (p. 85).

Fig. 5. — *Spongia syphonoides* Lamarck [= *Siphonochalina tuba* (Lendenfeld)]. Spécimen réduit de moitié (p. 80).

Fig. 6. — *Spongia intestinalis* Lamarck [= *Hyattella intestinalis* (Lamarck) Lendenfeld]. Le type, un peu réduit (p. 84).

Fig. 7. — *Spongia tubæformis* Lamarck [= *Aplysina fistularis* (Pallas)]. Spécimen très réduit (p. 71).

Fig. 8. — *Spongia confœderata* Lamarck [= *Chondropsis confœderata* (Lamarck)]. Petit spécimen, un peu réduit (p. 83).

Fig. 9. — *Spongia muricina*, var β Lamarck [= *Spinosella longissima* (Duchassaing et Michelotti)]. Spécimen réduit d'un tiers environ (p. 83).

Fig. 10. — *Spongia muricina* Lamarck [= *Spinosella muricina* (Lamarck)]. Fragment de type, réduit d'un tiers environ (p. 82).

Planche IV

Fig. 1. — *Spongia scariola* Lamarck [= *Stylinos scariola* (Lamarck)]. Un fragment un peu réduit (p. 95).

Fig. 2. — *Spongia lamellaris* Lamarck [= *Cacospongia lamellaris* (Lamarck)]. Le type, réduit presque d'un tiers (p. 92).

Fig. 3. — *Spongia pennatula* Lamarck [= *Caulospongia pennatula* (Lamarck)]. Le type, réduit presque de moitié (p. 87).

Fig. 4. — *Spongia cactiformis* Lamarck [= *Rhaphidophlus typicus* (Carter), var. *cactiformis* (Lamarck)]. Moitié du type, très réduite (p. 88).

Fig. 5. — *Spongia crispata* Lamarck [= *Chalinopsilla crispata* (Lamarck)]. Le type, réduit de moitié environ (p. 90).

Fig. 6. — *Spongia polyphylla* Lamarck [= *Phyllospongia (Carterispongia) radiata* Hyatt]. Le type, réduit d'un tiers environ (p. 94).

Fig. 7. — *Spongia xerampelina*, var. β Lamarck [= *Raspailia xerampelina* (Lamarck)]. Spécimen haut de 9 centimètres (p. 96).

Fig. 8. — *Spongia basta* Lamarck [= *Pseudobasta Hermanni*, n. g., n. sp.]. Le type, réduit d'un tiers (p. 90).

Fig. 9. — *Spongia raphanus* Lamarck [= *Clathria raphanus* (Lamarck)]. Le type, réduit (p. 100).

Fig. 10. — *Spongia abietina* Lamarck [= *Rhaphidophlus aculeatus* (Ridley)]. Le type, réduit de près d'un tiers (p. 115).

Planche V

Fig. 1. — *Spongia juniperina*, var. β Lamarck [= *Clathria Coppingeri* Ridley]. Spécimen sensiblement de grandeur naturelle (p. 99).

Fig. 2. — *Spongia arborescens* Lamarck [= *Ectyon cervicornis* (O. Schmidt)]. Spécimen de la forme typique, très réduit (p. 103).

Fig. 3. — *Spongia vulpina* Lamarck [= *Rhaphidophlus vulpinus* (Lamarck) Ridley]. Spécimen réduit presque de moitié (p. 110).

Fig. 4. — *Spongia laciniata* Lamarck [= *Phyllospongia (Carterispongia) radiata* Hyatt]. Spécimen réduit (p. 102).

Fig. 5. — *Spongia strigilata* Lamarck [= *Higginsia coralloides* Higgin]. Le type, réduit de moitié (p. 112).

Fig. 6. — *Spongia juniperina* Lamarck [= *Rhaphidophlus clathratus* (O. Schmidt)]. Spécimen vu par sa face plane (p. 97).

Fig. 7. — *Spongia arborescens*, var. γ Lamarck [= *Ceraochalina arborescens* (Lamarck)]. Spécimen assez fortement réduit (p. 104).

Fig. 8. — *Spongia spiculifera* Lamarck [= *Ptilocaulis digitatus* Topsent, var. *spiculifera* Lamarck]. Le type, réduit d'un tiers environ (p. 111).

Planche VI

Fig. 1. — *Spongia leporina* Lamarck [= *Ophlitaspongia tenuis* (Carter) Dendy]. Spécimen réduit presque de moitié (p. 101).

Fig. 2. — *Spongia arborescens* Lamarck, « individu jeune » [= *Axinella* ? *Lesueuri* n. sp.]. Spécimen réduit d'un tiers environ (p. 105).

Fig. 3. — *Spongia juniperina* Lamarck [= *Rhaphidophlus clathratus* (O. Schmidt)]. Petit spécimen sur une *Arca* (p. 97).

Fig. 4. — *Spongia carlinoides* Lamarck [= *Echinodictyum glomeratum* Ridley]. Le type, réduit presque d'un tiers (p. 111) .

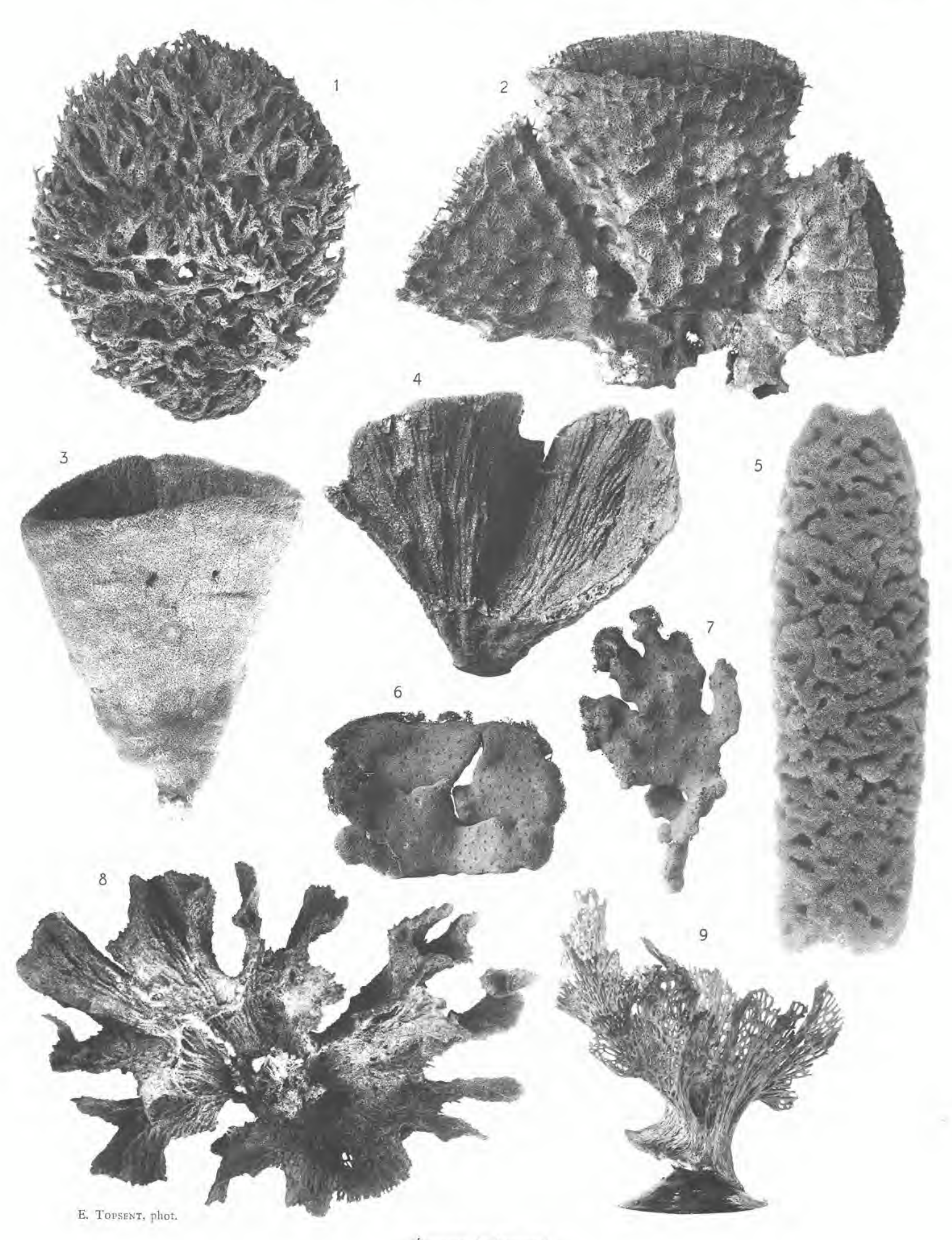
Fig. 5. — *Spongia mesenterina* Lamarck [= *Echinodictyum bilamellatum* (Lamarck) Ridley]. Spécimen réduit de moitié (p. 101).

Fig. 6. — *Spongia selaginea* Lamarck [= *Hircinia selaginea* (Lamarck)]. Le type, réduit de plus de moitié (p. 117).

Fig. 7. — *Spongia asparagus* Lamarck [= *Cladochalina asparagus* (Lamarck)]. Fragment réduit de plus de moitié (p. 106).

Fig. 8. — *Spongia aspericornis* Lamarck [= *Cladochalina fibrosa* (Ridley et Dendy) Burton]. Portion de spécimen réduite presque de moitié (p. 118).

Fig. 9. — *Spongia aspericornis*, var. *compressa* Lamarck [= *Cladochalina fibrosa* (Ridley et Dendy) Burton]. Spécimen réduit de moitié (p. 118).

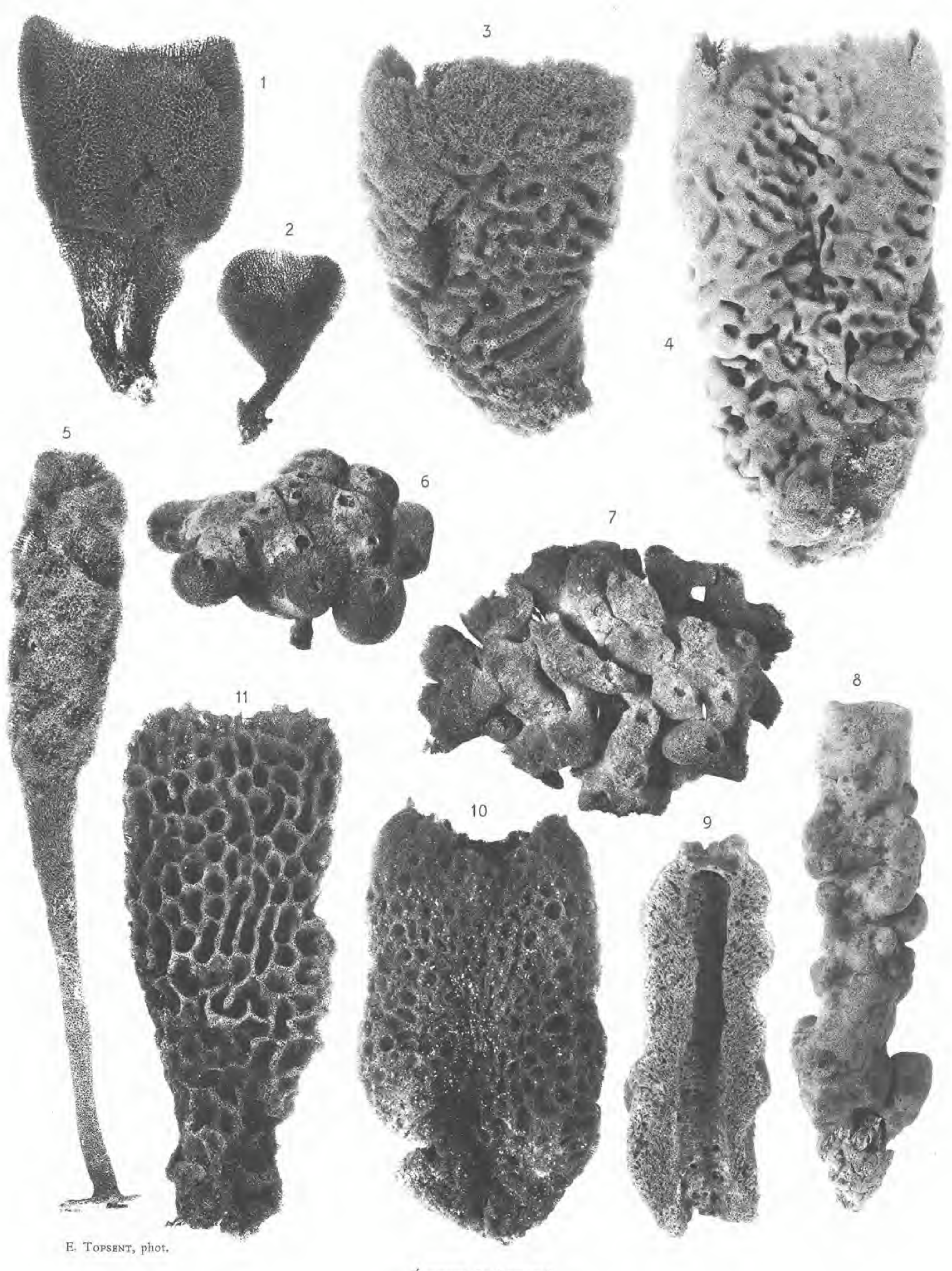


E. TOPSENT, phot.

Éponges de Lamarck

MASSON ET Cie
ÉDITEURS

Source : MNHN, Paris

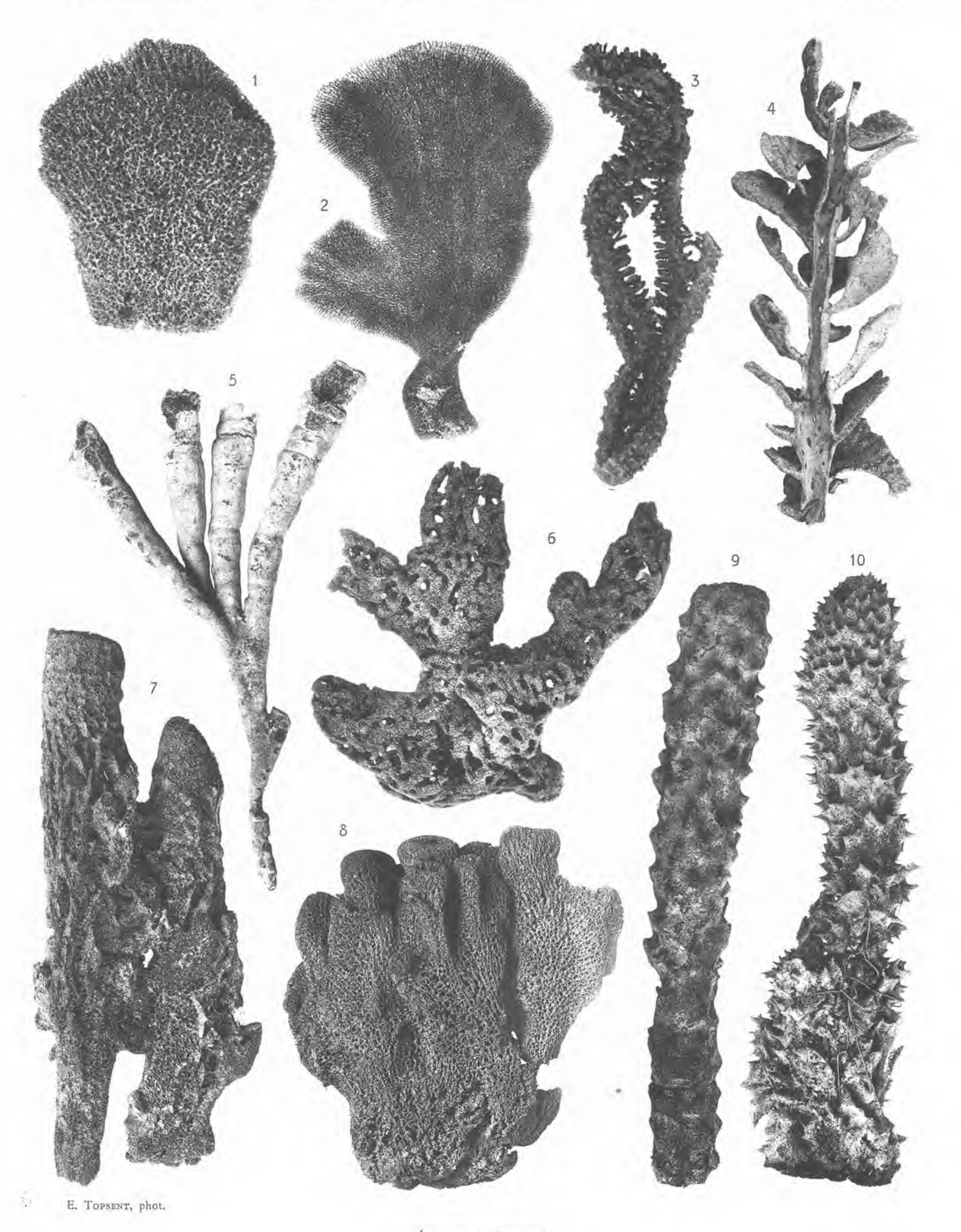


E. TOPSENT, phot.

Éponges de Lamarck

MASSON ET Cie
ÉDITEURS

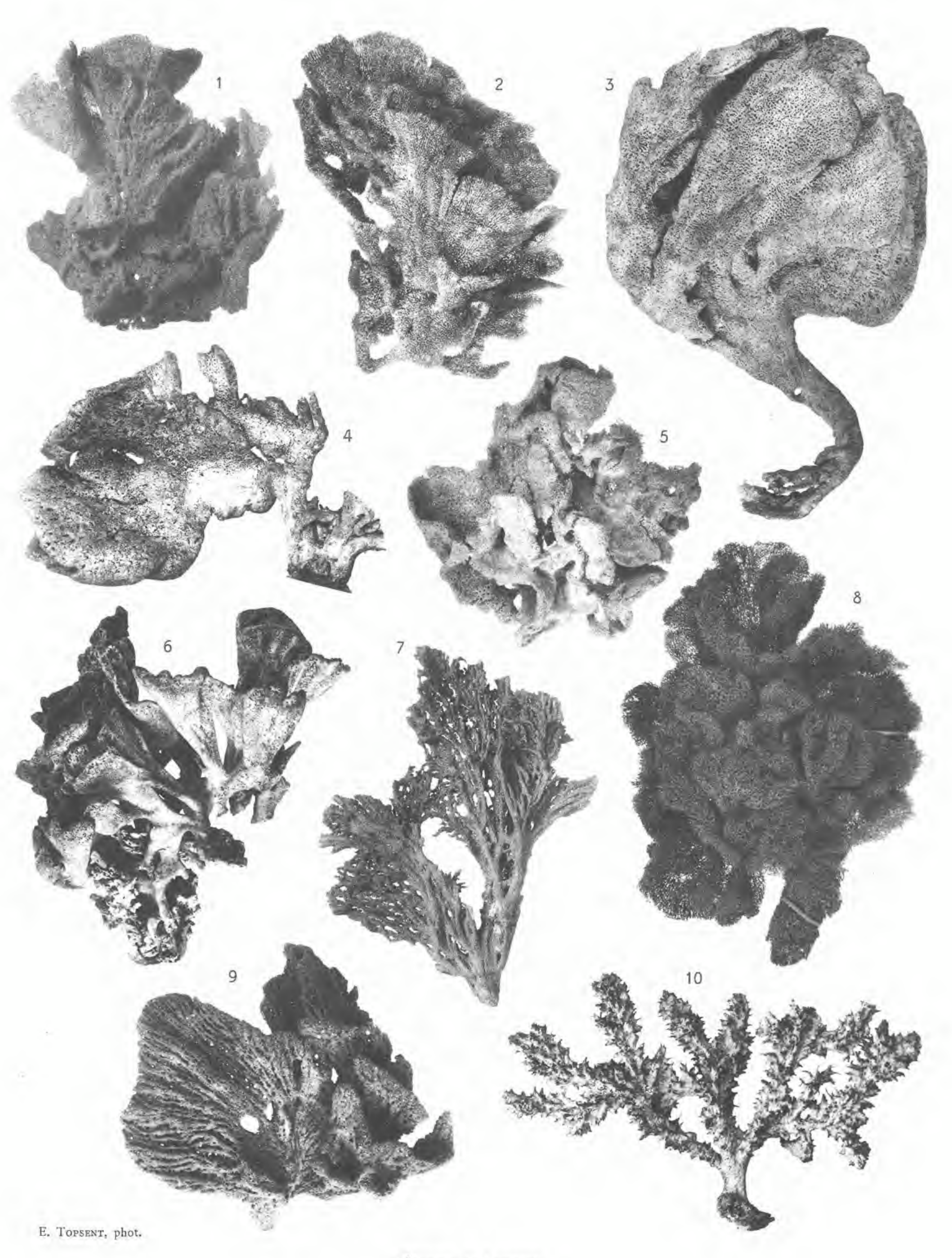
Source : MNHN, Paris



E. TOPSENT, phot.

Éponges de Lamarck

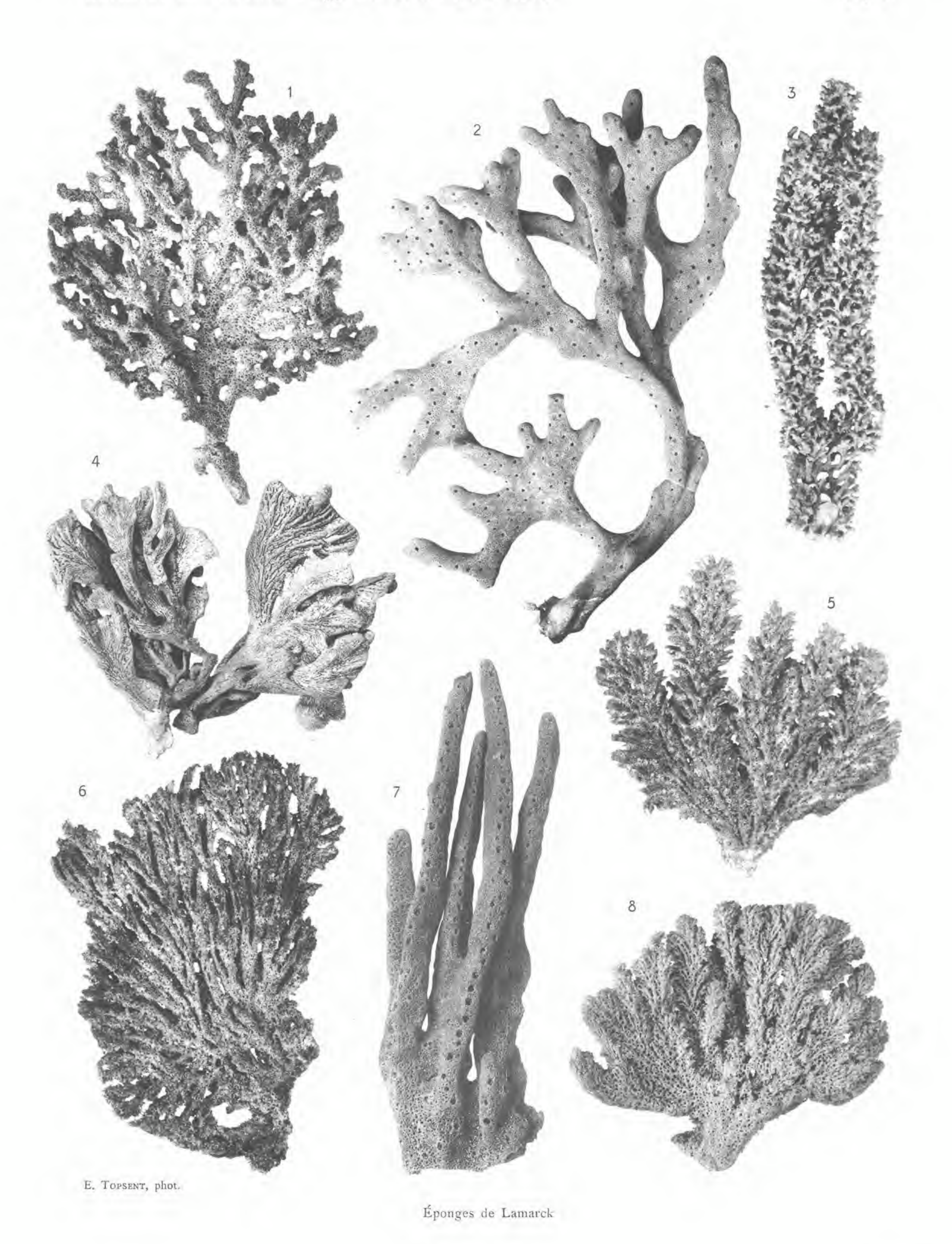
MASSON ET Cie
ÉDITEURS



E. TOPSENT, phot.

Éponges de Lamarck

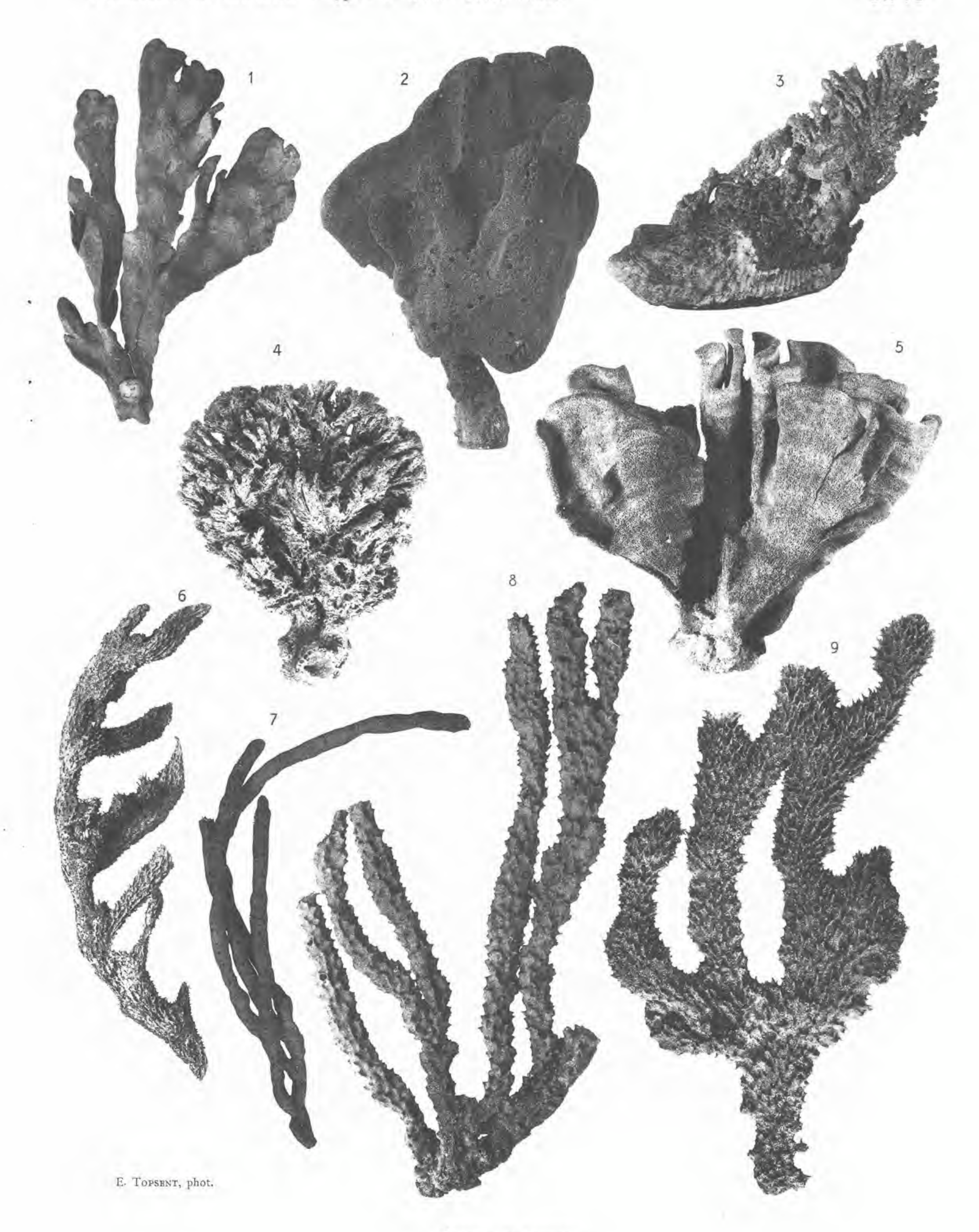
MASSON ET Cie
ÉDITEURS



E. TOPSENT, phot.

Éponges de Lamarck

MASSON ET Cie
ÉDITEURS



E. Topsent, phot.

Éponges de Lamarck

Masson et Cie
Éditeurs



Photo Henri Manuel



1853-1915



Albert Arnaud

1853-1915

PAR V. HASENFRATZ

Sous-Directeur de laboratoire au Muséum.

C'est pendant la grande guerre que la mort est venue frapper Albert Arnaud, professeur au Muséum, titulaire de la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, dans laquelle, pendant quarante-trois années, se déroula toute sa carrière scientifique.

Albert Arnaud naquit le 16 février 1853, 175, rue Saint-Honoré, à Paris. Son père, John-Élysée Arnaud, né à Genève, appartenait à une famille fixée dans le département de l'Allier ; il était officier d'artillerie dans l'armée suisse lorsqu'il épousa Julie Weber, fille de Michel Weber, l'élève préféré du célèbre horloger Bréguet qui lui confiait les travaux les plus délicats.

C'est à Michel Weber que revint l'honneur de faire une montre destinée à la reine Marie-Antoinette, travail long et minutieux qui valut à son auteur une somme de 10.000 francs, véritable petite fortune à cette époque.

Grâce à l'appui et aux encouragements de Bréguet, Michel Weber fonda, à son tour, une maison d'horlogerie, rue Saint-Honoré, à Paris. Les affaires se développèrent rapidement ; Michel Weber, ne suffisant plus à sa tâche devenue de plus en plus lourde, fit appel à son gendre John Arnaud. L'ancien officier était mal préparé à ses nouvelles fonctions : les affaires se ralentirent et la maison périclita. A une période de grande prospérité succéda la série des jours difficiles, et la gêne prit place au foyer familial. La santé de John Arnaud fut fortement ébranlée par tous ces déboires : il mourut, jeune encore, laissant deux fils, Léon et Albert.

Les grands-parents Weber, leur fille Julie Arnaud et ses deux fils durent abandonner la rue Saint-Honoré et, après avoir habité successivement rue du Roule, rue de Rivoli, vinrent se fixer Chaussée du Maine, dans une modeste maison, entourée d'un petit jardin où les vignes et les abricotiers offraient leur verdure et leurs ombrages. La vie de la famille était difficile : Julie Arnaud, femme à la fois lettrée et artiste, dut s'employer à accroître des ressources devenues insuffisantes. Elle n'hésita pas à conduire, dans les musées, des jeunes filles qui profitaient largement de ses connaissances littéraires et artistiques, à ouvrir un atelier de fleurs artificielles, à donner des leçons de peinture et d'aquarelle.

Le professeur de dessin au Muséum, Redouté, qui appréciait le talent de Julie Arnaud, l'associa à la direction de son atelier. Par son énergie et ses aptitudes éclectiques, la mère d'Albert Arnaud put subvenir, modestement il est vrai, aux charges d'une famille de cinq personnes.

Les deux enfants, Léon et Albert, suivaient les cours du lycée Saint-Louis, où leur grand-père les conduisait chaque jour.

L'aîné, Léon, élève brillant en thème, se destinait à l'École normale supérieure. Sa mère était fière de lui et avait foi en son avenir. Hélas! ces légitimes espérances devaient être brutalement anéanties : invité à dîner par un ami de la famille, le jeune Léon, pressé par le temps, s'habille en toute hâte, sort de chez lui en courant, monte sur l'impériale d'un omnibus et contracte une pneumonie double qui l'emporte en quelques jours, à l'âge de dix-sept ans. Le chagrin de Mme Arnaud fut immense, ébranla fortement son moral au point qu'elle refusa de s'alimenter pendant plusieurs jours. A la même époque, son fils cadet Albert, âgé de douze ans, était terrassé par une scarlatine dont il ne se guérit que lentement après une longue convalescence. De nouveaux malheurs allaient encore s'abattre sur Julie Arnaud : successivement son père, usé par l'âge, mourait sans douleur comme une lampe qui s'éteint et sa mère, à son tour, était emportée par une péricardite.

A la suite de ces deuils successifs, Julie Arnaud vint s'installer dans un petit appartement de la rue du Cherche-Midi avec son fils Albert et une fidèle servante qui la seconda avec le plus grand dévouement.

Albert Arnaud reprit ses études avec tous les ménagements qu'exigeait sa santé encore délicate ; il était sur le point de passer son baccalauréat lorsque la guerre de 1870 éclata. Cette période troublée n'était guère favorable aux études. Pendant le siège de Paris, les restrictions de nourriture, l'obligation de manger de la viande de qualité douteuse, voire même des tripes de cheval, agirent fâcheusement sur la santé fragile d'Albert Arnaud : il contracte la variole et se trouve en danger de mort. Cette seconde maladie provoque un nouvel arrêt de ses études et lui enlève toute possibilité de passer le concours d'entrée de l'École navale à laquelle il se destinait. Découragé, le jeune Albert se refuse désormais à toute préparation d'examen. Il se laisse alors entraîner par son goût pour les sciences expérimentales, notamment pour la chimie. La lecture des traités de chimie l'intéresse au plus haut point et éveille en lui le désir de réaliser les expériences qui y sont décrites. Arnaud installe un laboratoire rudimentaire dans le petit cabinet de toilette de l'appartement familial et, sans aucune aide, prépare l'oxygène, l'hydrogène, etc., s'exerce à isoler les constituants de mélanges complexes préparés par lui et acquiert ainsi cette habileté expérimentale qu'il ne cessera de développer au cours de sa carrière de chimiste.

Mme Arnaud révéla les excellentes dispositions de son fils pour la chimie à un ami de longue date, Élie de Beaumont, alors secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, qui s'empressa de signaler Arnaud à l'attention de son illustre confrère Chevreul, professeur au Muséum. Celui-ci convoqua le jeune homme et, pour l'éprouver, lui confia une analyse délicate. Arnaud triompha des difficultés, fournit des résultats exacts et fut admis, en 1872, à travailler dans le laboratoire de l'illustre chimiste. Le nouvel élève de Chevreul allait enfin pouvoir développer son goût pour la chimie ; malheureusement sa nouvelle situation

n'avait aucun caractère officiel et ne comportait aucun traitement. Par bonheur, Chevreul, après de nombreuses démarches, obtint du ministère la création d'un poste de préparateur qu'il confia à son jeune élève. Le traitement modeste accordé au nouveau fonctionnaire fut un peu amélioré grâce à Cloez, aide-naturaliste de Chevreul, qui fit nommer Arnaud préparateur du cours de chimie professé par Riban à l'École des Beaux-Arts. A cette fonction peu absorbante se joignait celle d'interrogateur de chimie au collège Chaptal.

Les difficultés de tous ordres rencontrées par Arnaud pendant sa jeunesse avaient trempé son caractère et suscité en lui une énergie qu'il mit au service de la recherche scientifique. Excellent analyste, il s'orienta dans la voie difficile de l'analyse immédiate appliquée aux êtres vivants. Pour explorer ce domaine ingrat, il faut beaucoup de sagacité et de persévérance : Arnaud avait ces qualités. Les découvertes réalisées par lui dans la série des principes immédiats se succédèrent rapidement et appelèrent l'attention des chimistes contemporains.

Chevreul appréciait hautement les travaux de son préparateur, aussi le désigna-t-il, en 1883, au poste d'aide-naturaliste devenu vacant à la mort de Cloez. C'était pour Arnaud à la fois une récompense et une amélioration notable de sa situation matérielle. Il pouvait dès lors apporter quelque bien-être à sa mère, que l'âge rendait moins valide. Cette période de bonheur relatif devait être de courte durée : au bout de deux années, une crise cardiaque enlevait la mère à l'affection de son fils, alors que la joie éclairait de ses rayons la vie de deux êtres qui s'aimaient.

Pour atténuer sa douleur, Arnaud se replonge avec ardeur dans sa vie de laboratoire. En 1887, l'Académie des sciences lui accorde le prix Jecker, qu'il partage avec Haller et, en 1888, elle le place en seconde ligne sur la liste des candidats à la succession de Debray.

Arnaud consacrait tout son temps au travail de laboratoire ; seules les fêtes du centenaire de son maître Chevreul, célébrées en 1886, l'obligèrent à sortir de la réserve où le tenaient sa modestie et son amour de la science. En 1889, Chevreul était victime de l'inexorable fatalité qui l'avait épargné jusqu'à l'âge de cent trois ans : la chaire de chimie appliquée aux corps organiques devenait vacante. Arnaud posa sa candidature à la succession de son vénéré Maître ; il eut pour concurrent son collègue et ami Léon Maquenne, aide-naturaliste à la chaire de Déhérain.

Arnaud, dont les travaux avaient été spécialement remarqués par Pasteur, trouva en celui-ci un défenseur acharné ; Léon Maquenne eut l'appui de Berthelot. La lutte pour la succession de Chevreul fut en réalité celle de Pasteur et de Berthelot : c'est Pasteur qui triompha. Arnaud, présenté en première ligne par les professeurs du Muséum et par l'Académie des sciences, fut nommé, en 1890, professeur de la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques. Quelques années plus tard, son concurrent et ami Léon Maquenne était, à son tour, nommé professeur de physique végétale au Muséum, en remplacement de Georges Ville, décédé.

Peu de temps après sa nomination, Arnaud, par l'intermédiaire du célèbre chimiste Schützenberger, fit la connaissance de Jost, inspecteur général de l'Instruction publique. Mlle Jost, jeune fille très distinguée, ayant fait des études littéraires approfondies et possédant parfaitement plusieurs langues étrangères, devint la compagne du jeune professeur.

Arnaud trouva en sa femme une collaboratrice éclairée et dévouée, qui lui apporta une aide précieuse dans la traduction des mémoires étrangers qui pouvaient l'intéresser. M[me] Arnaud fut aussi une mère modèle, qui sut élever dignement quatre fils et une fille.

Arnaud partagea alors sa vie entre le laboratoire et les siens, donnant à l'un ses meilleures pensées, aux autres toute son affection. Il sut concilier avec un rare bonheur les devoirs du savant et les charges qu'impose une grande famille : le bel équilibre qu'il parvint à réaliser mérite notre admiration. D'une haute conscience, d'une droiture exemplaire, jamais Arnaud n'aurait consenti à négliger les devoirs qui lui incombaient.

Depuis plus de vingt années, Arnaud se rendait régulièrement au laboratoire installé dans les dépendances du grand amphithéâtre du Muséum. Or, en 1894, la chaire de chimie inorganique du Muséum disparaissait à la mort de son titulaire Frémy. Les locaux du 63, rue de Buffon, réservés à cette chaire, furent alors affectés au service de la chimie organique. Le nouvel emplacement était vaste ; mais l'outillage qui s'y trouvait n'était guère adapté à l'étude des principes immédiats. Arnaud y installa les appareils mécaniques qui faisaient défaut et, par des efforts soutenus, parvint à organiser un des laboratoires les mieux outillés pour la chimie extractive. Il trouva dans l'accomplissement de cette lourde tâche une aide efficace de la part de Léon Bourgeois, qui fut, de 1890 à la mort d'Arnaud, l'assistant de la chaire, et de Gabriel Bertrand qui, de 1890 à 1900, en fut le préparateur. C'est au laboratoire d'Arnaud que Gabriel Bertrand fit les débuts de sa carrière scientifique et exécuta les travaux si importants qui devaient assurer les succès que l'avenir lui réservait. Gabriel Bertrand, aujourd'hui membre de l'Institut et professeur à la Faculté des sciences de Paris, est, sans conteste, un des représentants les plus éminents de la chimie contemporaine. A Arnaud revient la gloire d'avoir appelé dans son laboratoire celui dont le nom fait honneur au Muséum et à la Science française.

Le soin que prenait Arnaud à la direction de son service absorbait une notable partie de son temps ; la préparation de ses leçons, fréquemment remaniées et complétées, s'échelonnait sur quatre mois de l'année. Il avait un souci extrême de la bonne marche de son laboratoire, surveillait l'utilisation des crédits alloués au service et se tenait en relations fréquentes avec le personnel et les travailleurs du laboratoire.

Les rapports d'Arnaud avec ses collaborateurs furent empreints de la plus aimable cordialité ; toujours disposé à seconder leurs efforts, il mettait à leur disposition les moyens matériels nécessaires et leur apportait, avec la meilleure bonne grâce, ses conseils éclairés. Pendant les quinze années vécues aux côtés d'Arnaud, dont je devins le préparateur après le départ de Gabriel Bertrand, j'eus le grand privilège de bénéficier de cette atmosphère sereine qu'il créait autour de lui et de profiter, à la fois, de son enseignement et de sa grande expérience. Aussi est-ce avec une profonde émotion que je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance affectueuse pour celui qui fut mon Maître et dont je conserve un souvenir que les années ne sauraient altérer.

Malgré ces multiples occupations, Arnaud consacrait encore de longues journées à ses travaux de recherches. Le succès couronnait parfois ses efforts ; bien souvent des difficultés l'arrêtaient. Arnaud, loin de se laisser abattre, renouvelait les expériences et, avec une ténacité admirable, s'acharnait à vaincre la nature qui défendait jalousement son secret.

Les travaux d'Arnaud ont été traités avec une telle minutie que bien peu d'entre eux ont été complétés depuis sa mort. Leurs lacunes, discernées par Arnaud lui-même, et qu'il s'efforçait de faire disparaître, ne sont pas encore comblées.

L'effort considérable d'Arnaud ne fut pas sans provoquer une fatigue dont il se ressentit tout particulièrement pendant les dernières années de sa vie. Sa démarche s'alourdit, et c'est d'un pas pesant, le regard dirigé vers le sol, qu'il venait au laboratoire accomplir son devoir quotidien. Cette lassitude générale avait pour origine l'affaiblissement de son cœur. Il lutta longtemps, mais en octobre 1914, ne pouvant plus remplir sa tâche, il sollicita et obtint un congé de six mois.

Les derniers mois de la vie d'Arnaud furent particulièrement pénibles. Les forces du malade déclinaient progressivement, et son moral était soumis à une dure épreuve. C'était la période angoissante de la guerre : trois des fils d'Arnaud étaient sous les drapeaux ; l'un d'eux, Jean, élève de première année à l'École militaire de Saint-Cyr, à peine arrivé sur le front, avait été fauché par la mitraille à Maurupt-le-Montois (Marne), le 7 septembre 1914, à la tête de la section qu'il commandait.

Ces terribles secousses hâtèrent la fin du savant : une dernière crise cardiaque l'arracha à l'affection des siens et de ses amis. Selon ses dernières volontés, ses obsèques furent empreintes de cette modestie qui fut le caractère de sa vie entière. Seuls, sa veuve, ses enfants, quelques collègues et amis se trouvèrent rassemblés dans la chapelle du Père-Lachaise et, tandis que le feu consumait le corps du regretté disparu, le pasteur Wagner retraça, avec une émotion qui ajoutait encore à la douleur de tous, la belle vie de droiture et de labeur du grand homme de cœur, du grand savant qui, pendant toute sa carrière, fut le fidèle serviteur du Devoir et de la Science.

* * *

L'œuvre scientifique d'Arnaud est remarquable par l'unité de méthode qu'elle révèle. Élève de l'illustre Chevreul qui avait magistralement élucidé la composition des matières grasses si répandues dans les êtres vivants, Arnaud fut, dès le début de sa carrière, sollicité par la recherche de ces substances contenues dans les organes animaux et végétaux, et qu'on désignait sous le nom de principes immédiats.

Les découvertes dans ce domaine avaient pris un essor considérable dès le début du XIXe siècle et avaient abouti à l'isolement de principes nouveaux provenant de végétaux les plus divers. C'est ainsi que, pour la première fois, des composés naturels appartenant au groupe des alcaloïdes furent extraits de l'organisme végétal : morphine, nicotine, strychnine, etc. Avec l'enthousiasme d'un néophyte, le préparateur de Chevreul s'orienta vers la recherche de principes immédiats encore inconnus : tâche difficile entre toutes, mais que l'habileté expérimentale d'Arnaud lui permettait d'affronter. L'exposé qui va suivre montrera qu'il réussit parfaitement dans cette voie.

Recherches sur les alcaloïdes des quinquinas. — La première découverte d'Arnaud eut pour origine l'étude systématique des alcaloïdes des quinquinas, à laquelle il consacra

plusieurs années d'efforts. Il mit au point des méthodes de dosage des divers alcaloïdes contenus dans les principales espèces de quinquinas : *Cinchona calisaya* de Bolivie, *Cinchona succirubra* de l'Équateur, *Cinchona lancifolia* de Colombie, *Cinchona pitayensis*, dans lesquels la cinchonine, la cinchonidine et la quinidine se trouvent associées à la quinine. Arnaud ne tarda pas à devenir un maître dans l'analyse des quinquinas. Au cours de ses recherches, il eut à examiner des échantillons de nouveaux quinquinas d'origine colombienne, désignés sous le nom de *Cuprea*. L'étude botanique a révélé que ces *Cuprea* n'appartenaient pas au genre *Cinchona*, mais devaient être rangés dans le groupe des *Remijia*. Dans la plupart des *Cuprea* analysés, Arnaud retrouve la quinine identique à celle qu'on rencontre dans les *Cinchona*.

Par contre, cette même quinine était absente dans les échantillons du *Remijia purdieana*. Arnaud y décèle, à côté de la cinchonine bien connue, un alcaloïde, soluble dans l'éther, différant par ses propriétés de tous les alcaloïdes des quinquinas alors décrits.

Par le traitement de quantités importantes d'écorces de *Remijia purdieana*, Arnaud réussit à obtenir le nouvel alcaloïde cristallisé, la cinchonamine, de formule $C^{19}H^{24}N^{2}O$. Ce produit est donc un isomère de l'hydrocinchonine déjà signalée parmi les alcaloïdes des quinquinas. Cinchonamine et hydrocinchonine sont nettement différentes : la première est oxydée facilement par le permanganate de potassium, alors que la seconde, traitée dans les mêmes conditions, reste inaltérée.

La cinchonamine se comporte comme une base : elle se combine aux acides pour former des sels cristallisés. Parmi ces derniers, il convient de signaler particulièrement l'azotate, à peu près insoluble dans l'eau acidulée. Cette propriété est en opposition avec la grande solubilité de la presque totalité des nitrates. L'insolubilité du nitrate de cinchonamine fut mise à profit par Arnaud, dans la recherche qualitative et la détermination quantitative des nitrates dans les plantes et dans les eaux naturelles. Nous citerons, à ce propos, l'expérience curieuse qui consiste à plonger des tiges d'ortie ou de pariétaire dans une solution de chlorhydrate de cinchonamine, légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. Peu à peu, on voit apparaître en différents points de la tige des cristaux aiguillés, disposés en houppettes et constitués par du nitrate de cinchonamine formé aux dépens des nitrates contenus dans les plantes soumises à l'expérience.

Les recherches d'Arnaud dans la série des alcaloïdes des quinquinas furent continuées, en collaboration avec Grimaux. Elles mirent en lumière les rapports chimiques entre la quinine et la cupréine, alcaloïde extrait du *Remijia pedunculata*. Traitée par du chlorure de méthyle, en présence de méthylate de sodium dissous dans l'alcool méthylique, la cupréine se transforme en quinine. Pour la première fois, une synthèse partielle de la quinine était réalisée et démontrait d'une manière incontestable que la quinine est le dérivé méthoxylé de la cupréine.

Généralisant leur méthode, Arnaud et Grimaux fixèrent sur la molécule de la cupréine des homologues du radical méthyle et préparèrent ainsi d'autres bases nouvelles, introuvables dans les plantes : ce sont la quinéthyline, la quinopropyline, la quino-isopropyline et la quinamyline.

Recherches sur les matières colorantes des feuilles. — A la demande de son maître Chevreul, Arnaud étudie les procédés indiqués par les auteurs pour l'extraction des matières colorantes contenues dans les feuilles. Afin d'éviter toute modification dans la composition chimique de ces substances sous l'action simultanée de la chaleur, de l'eau et de l'oxygène, Arnaud sèche les plantes dans un appareil spécialement construit d'après ses indications. La dessiccation a lieu à froid, dans le vide, en présence d'acide sulfurique : dans ces conditions, les matières colorantes se trouvent préservées de toute altération. Arnaud constate que l'action des dissolvants, sur les plantes ainsi séchées, varie avec la nature du dissolvant employé. C'est ainsi que le sulfure de carbone, en contact avec les feuilles d'épinard, prend, tout d'abord, une teinte rose qui devient rouge, ternit ensuite pour aboutir finalement à un vert plus ou moins foncé. En substituant la ligroïne au sulfure de carbone, le solvant prend une teinte dont l'intensité croît pendant une dizaine de jours, mais dont la couleur reste orangée.

De ces observations, Arnaud conclut à la présence, dans les feuilles d'épinard, à côté de la chlorophylle, d'une matière colorante rouge non encore signalée. Il réussit à en isoler quelques grammes sous forme de belles aiguilles, rouges par transparence, bleu d'acier par réflexion. Cette substance, très altérable, se décolore peu à peu au contact de l'air et fixe une quantité d'oxygène qui peut atteindre 25 p. 100 de son poids.

Zeiss avait extrait de la carotte cultivée une matière colorante rouge : la carotine, Arnaud traite lui-même plusieurs centaines de kilogrammes de carotte, en isole le principe coloré et démontre que la carotine est un hydrocarbure de formule $C^{26}H^{38}$ ne renfermant pas d'oxygène, contrairement à l'opinion de Husemann. Arnaud établit l'identité de la carotine et de la matière colorante rouge des feuilles d'épinards : ces deux substances possèdent les mêmes propriétés, la même formule et fournissent avec l'iode le même dérivé d'addition $C^{26}H^{38}I^{2}$, cristallisé en paillettes de couleur vert-cantharide.

Arnaud retrouve la carotine dans un grand nombre de plantes et institue une méthode de dosage colorimétrique qui lui permet de déterminer la quantité de carotine contenue dans 20 grammes de plantes sèches. On jugera de la sensibilité de cette méthode si l'on songe que la teneur en carotine varie de 75 à 100 milligrammes pour 100 grammes de feuilles sèches.

La présence constante de la carotine dans un grand nombre de plantes conduit Arnaud à lui attribuer un rôle physiologique important, notamment au cours des phénomènes d'oxydation qui se produisent dans les cellules de l'organisme végétal.

Recherches sur les glucosides vénéneux des Apocynées. — Afin de poursuivre ses travaux dans le domaine des principes immédiats, Arnaud se maintenait en relations constantes avec divers voyageurs naturalistes, seuls capables de lui procurer des plantes nouvelles ou peu étudiées au point de vue chimique. Son attention se portait de préférence sur les espèces botaniques, appartenant à la famille des Apocynées, employées par les indigènes en raison de leur toxicité. M. Revoil, notamment, remit à Arnaud une certaine quantité de bois d'*Acokanthera ouabaïo*, utilisé par les Somalis pour empoisonner leurs flèches. Arnaud en extrait le principe toxique inconnu jusqu'alors et lui assigne le nom d'ouabaïne. C'est

un corps cristallisé avec un nombre de molécules d'eau d'hydratation variable avec la température de cristallisation ; anhydre, il a pour formule $C^{30}H^{46}O^{12}$. L'ouabaïne se comporte comme un glucoside ; par hydrolyse acide, elle se dédouble en un produit amorphe résineux, insoluble dans l'eau, de composition encore inconnue, et en un sucre réducteur bien cristallisé, le rhamnose ou isodulcite.

Quelques années après la découverte de l'ouabaïne, Arnaud entreprend l'étude du produit toxique contenu dans le poison employé par les Pahouins ou Fans du Congo pour empoisonner leurs flèches, et préparé avec les graines d'une apocynée, le *Strophantus glaber* du Gabon. Hardy et Gallois avaient bien isolé le principe actif de ces graines, mais sans en indiquer ni la composition, ni les propriétés caractéristiques. Arnaud démontre que le glucoside extrait du *Strophantus glaber* est identique à l'ouabaïne, dont il avait signalé la présence dans le bois d'*ouabaïo*.

L'étude d'une autre Apocynée, le *Strophantus Kombe*, provenant des régions du Zambèze, permet à Arnaud l'isolement de la strophantine, corps homologue de l'ouabaïne. Par hydrolyse acide, la strophantine se dédouble en un produit résineux et en un sucre réducteur, le glucose.

Poursuivant ses investigations dans la famille des Apocynées, Arnaud isole à l'état cristallisé la tanghinine, principe actif du *Tanghinia venenifera* de Madagascar qui, par sa composition et ses propriétés, se distingue nettement de l'ouabaïne et de la strophantine.

Strophantine, ouabaïne, tanghinine sont des produits toxiques agissant sur le cœur ; quelques milligrammes suffisent pour entraîner la mort d'un animal. La toxicité d'une substance n'est pas toujours un obstacle à son emploi thérapeutique. Les études physiologiques effectuées sur l'ouabaïne par Vaquez et Lutembacher les ont conduits à l'emploi de cette substance comme médicament du cœur. Utilisée depuis une dizaine d'années, l'ouabaïne soulage efficacement les malades atteints de certains troubles cardiaques, et beaucoup d'entre eux ont été sauvés d'une mort certaine.

Nombre de cardiaques doivent aujourd'hui une reconnaissance infinie au chimiste qui découvrit l'ouabaïne, à Albert Arnaud.

Au cours de ses recherches, Arnaud fut frappé par l'analogie que présente la tanghinine avec la digitaline, glucoside extrait des feuilles de la digitale des Vosges et dont le rôle dans la thérapeutique du cœur est universellement connu. Arnaud extrait lui-même la digitaline cristallisée à l'état de pureté et établit son caractère d'espèce chimique définie. Il détermine sa composition centésimale et prépare son dérivé barytique, non encore décrit. L'étude de la tanghinine et du dérivé barytique correspondant permet d'affirmer que la tanghinine et la digitaline représentent deux espèces chimiques nettement distinctes.

Recherches sur les matières grasses. — Arnaud, qui fit toute sa carrière dans le laboratoire illustré par les découvertes de Chevreul, se devait de ne point négliger l'étude des matières grasses. Cette occasion lui fut fournie par un voyageur, M. Samayoa, qui lui apporta un lot de graines d'une plante de la famille des Simarubées, du genre *Picramnia* Sw. ou *Tariri* (Aublet), qu'on rencontre au Guatémala. Ces graines, de la grosseur d'un grain de

café, contiennent une matière grasse qu'Arnaud obtient à l'état cristallisé. Cette graisse de *Tariri* est un glycéride : par saponification, elle se décompose en glycérine et en un acide gras bien cristallisé, fondant à 50°,5, l'acide taririque. Cet acide, jusqu'alors inconnu, possède la formule $C^{18}H^{32}O^{2}$; c'est un isomère de l'acide stéarolique, corps artificiel préparé à l'aide de l'acide oléique.

L'acide taririque est un corps non saturé : il forme, par addition de brome, des dérivés di- et tétrabromés. Sous l'action de l'acide iodhydrique, en tube scellé, il fixe quatre atomes d'hydrogène et se transforme en un acide saturé, l'acide stéarique. Le caractère non saturé de l'acide taririque est donc nettement démontré et s'explique par la présence d'une triple liaison située entre les sixième et septième atomes de carbone, de la longue chaîne linéaire de dix-huit atomes de carbone qui représente l'acide taririque.

Arnaud constate, en effet, que l'acide azotique brise la chaîne à l'endroit de la triple liaison et transforme par oxydation les deux fragments qui résultent de cette rupture en un monacide : l'acide laurique $C^{12}H^{24}O^{2}$, et en un biacide : l'acide adipique $C^{6}H^{10}O^{4}$.

Par une méthode plus longue, mais peut-être plus probante, Arnaud confirme la constitution de l'acide taririque ; elle consiste à transformer cet acide en acide cétotaririque, lequel, par l'hydroxylamine, donne l'oxime correspondante ; celle-ci, isomérisée par l'acide sulfurique, conduit à deux acides amidés, qui, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, se dédoublent : le premier en acide pimélique et undécylamine, le second en acide laurique et acide ε-aminocaproïque. La formation de ces quatre corps s'explique aisément avec la formule de constitution attribuée par Arnaud à l'acide taririque.

Plus tard Arnaud, en collaboration avec M. Posternak, reprend l'étude de l'acide taririque et de son isomère l'acide stéarolique. Ces deux acides en solution acétique fixent deux atomes d'iode en donnant deux acides diiodés, utilisés aujourd'hui comme médicaments iodés.

Les acides taririque et stéarolique se combinent aussi, par addition, à une molécule d'acide iodhydrique. On obtient des acides monoiodés non saturés dans lesquels l'iode peut être remplacé par l'hydrogène. Les acides qui résultent de ce remplacement possèdent une double liaison et sont des stéréoisomères d'acides appartenant à la série oléique. Cette méthode permet donc de fixer, par une voie détournée, deux atomes d'hydrogène sur les acides acétyléniques, qui, jusqu'alors, avaient résisté à tous les essais d'hydrogénation partielle.

Les acides taririque et stéarolique peuvent également s'unir à deux molécules d'acide iodhydrique. Il en résulte des acides contenant deux atomes d'iode qu'ils perdent, par l'action de l'hydrogène naissant, en donnant de l'acide stéarique. Fort intéressante est l'action de la potasse alcoolique sur ces dérivés diiodés : on obtient, par élimination d'acide iodhydrique, à côté des acides taririque et stéarolique partiellement récupérés, de nouveaux acides acétyléniques, différant des précédents par la position de la triple liaison dans la chaîne de leurs 18 atomes de carbone. Alors que cette triple liaison est située entre les neuvième et dixième atomes de carbone dans l'acide stéarolique, entre les sixième et septième dans l'acide taririque, elle se trouve placée dans ces nouveaux acides entre les huitième et neuvième, dixième et onzième, cinquième et sixième, septième et huitième atomes de car-

bone. Cette méthode d'Arnaud et Posternak, qui a pour conséquence un déplacement de la triple liaison, est particulièrement intéressante en raison du caractère de généralité qu'elle présente : elle offre, en effet, la perspective de pouvoir compléter la série des seize acides acétyléniques de formule $C^{18}H^{32}O^{2}$ théoriquement possibles, parmi lesquels six sont déjà connus, grâce aux travaux d'Arnaud et de Posternak.

Les observations faites au cours de leurs recherches incitèrent Arnaud et Posternak à reprendre un travail de MM. Saytzeff dont les conclusions semblaient discutables. D'après les chimistes russes, l'acide iodostéarique (combinaison équimoléculaire d'acide oléique et d'acide iodhydrique), soumis à l'action de la potasse alcoolique, perd son iode et donne outre l'acide oléique, un nouvel acide : l'acide isooléique. Arnaud et Posternak démontrèrent que l'acide isooléique n'est pas une espèce chimique définie et isolèrent, des produits de la réaction, l'acide oléique, deux acides élaïdiques (Δ_{8-9}, Δ_{9-10}) et l'acide oxystéarique.

Arnaud, avec la collaboration de son préparateur Hasenfratz, se livra à une étude approfondie de l'oxydation des acides taririque et stéarique par le permanganate de potassium en liqueur alcaline. Cette étude permit de préciser le mécanisme de rupture de la liaison acétylénique et d'expliquer la production des acides qui résultent de la dislocation de l'acide soumis à l'oxydation. Pendant la première phase de l'oxydation, l'acide mis en expérience conserve intacte la chaîne de ses dix-huit atomes de carbone, fixe deux atomes d'oxygène et se transforme en un acide dicétonique saturé. Au cours de la deuxième phase, la chaîne de l'acide dicétonique se trouve brisée en trois tronçons, dont l'un est constitué par l'anhydride carbonique provenant de l'oxydation d'un des carbonyles de l'acide dicétonique, les deux autres étant transformés en un monoacide et un diacide. L'existence de deux carbonyles permet ainsi deux modes de fragmentation de l'acide dicétonique intermédiaire. L'oxydation d'un acide acétylénique doit donc conduire à deux monoacides et à deux diacides.

C'est ce que l'expérience a confirmé : l'acide stéarolique donne, en effet, par oxydation, les acides caprylique et pélargonique et les acides azélaïque et subérique, alors que l'acide taririque conduit aux acides undécylique et laurique et aux acides adipique et glutarique.

Travaux divers. — Avant de terminer l'exposé des recherches d'Arnaud, signalons celles qu'il entreprit sur une matière cristallisée incolore extraite de la carotte et décrite par Husemann sous le nom d'hydrocarotine. Par sa composition élémentaire et par ses propriétés, cette substance doit être rangée, selon Arnaud, dans le groupe des cholestérines végétales ou phytostérines.

En collaboration avec Ch. Brongniart, Arnaud démontre que l'action vésicante de la Cigale de Chine (*Cicada sanguinolenta*) ne provient pas de la cantharidine, qui est le principe actif de la vraie cantharide (*Cantharis vesicatoria*). Le principe vésicant de la Cigale de Chine serait contenu dans la matière huileuse qu'on peut retirer de cet insecte, mais dont il ne put être isolé.

Mentionnons pour terminer un travail d'Arnaud et Charrin, dont la conclusion est la suivante : « On sait que le bacille du pus bleu fabrique dans les cultures une substance ou des substances qui créent l'immunité chez le lapin. Nous avons cherché à isoler cette ma-

tière active. Nos recherches sont encore incomplètes ; ce que nous pouvons dire maintenant, c'est que ce n'est pas la pyocyanine qui agit. Nous avons préparé celle-ci à l'état cristallisé et nous l'avons, en effet, injectée à des lapins sans résultat. »

***

Cette analyse sommaire des travaux d'Arnaud met cependant en lumière l'importance de l'œuvre scientifique du chimiste. Arnaud fut un vrai savant, puisant sa joie dans la recherche de la Vérité, n'hésitant pas, au prix d'un travail opiniâtre, à contrôler ses propres expériences, soucieux qu'il était d'éviter l'erreur toujours possible. Ses publications, qui portaient la marque de sa haute conscience, furent particulièrement appréciées par les chimistes contemporains, notamment par Pasteur, dont la compétence était universellement reconnue.

Arnaud explora, avec grand succès, le monde des principes immédiats : c'est à lui que revient l'honneur de la découverte de la cinchonamine, de l'ouabaïne, de la tanghinine, de l'acide taririque. Il précisa la composition et les caractères chimiques de la digitaline, de la carotine ; il réalisa la synthèse partielle de la quinine, à partir de la cupréine et, dans le domaine de la chimie pure, apporta une large contribution à l'étude des acides gras acétyléniques.

La postérité réservera à Arnaud une place enviée et reconnaîtra en celui qui découvrit l'ouabaïne, remède si précieux pour de nombreux cardiaques, un Bienfaiteur de l'Humanité.

Publications scientifiques du Professeur Arnaud

1. Sur un nouvel alcaloïde des quinquinas (*Comptes Rendus de l'Academie des sciences*, vol. XCIII, p. 593).

2. Recherches chimiques et toxico-physiologiques sur l'ouabaïo, poison à flèches des Somalis (en commun avec le Dr de Rochebrune) (*Mission Revoil aux pays Somalis*, 1882).

3. Sur les écorces des Quinquinas *Cuprea* (*Journal de pharmacie et de chimie*, 5e série, vol. V, p. 560, 1883).

4. Recherches sur la cinchonamine (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. XCVII, p. 174, et *Bulletin de la Société chimique*, vol. XLI, p. 590, 1883).

5. Recherche chimique de l'acide nitrique, des nitrates dans les tissus végétaux (en commun avec M. Padé) (*Comptes Rendus Ac. sc.*, vol. XCVIII, p. 1448, et *Bulletin Soc. chim.*, vol. XLII, p. 249, 1884).

6. Dosage de l'acide nitrique, par précipitation à l'état de nitrate de cinchonamine. Application de ce procédé au dosage des nitrates contenus dans les plantes et dans les eaux naturelles (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. XCIX, p. 190, 1884).

7. Recherches sur les matières colorantes des feuilles ; identité de la matière rouge-orangé avec la carotine (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. C, p. 751, 1885).

8. Recherches sur la composition de la carotine, sa fonction chimique et sa formule (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CII, p. 1119, 1886; et *Bulletin Soc. chim.*, vol. XLV p. 487).

9. Sur la présence de la cholestérine dans la Carotte ; recherches sur ce principe immédiat (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CII, p. 1319, 1886, et *Bulletin Soc. chim.*, vol. XLVI, p. 488).

10. Dosage de la carotine contenue dans les feuilles des végétaux (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CIV, p. 1293, 1887).

11. Sur la carotine (*Bulletin Soc. chim.*, vol. XLVIII, p. 64, 1887).

12. Sur une Cigale vésicante de la Chine et du Tonkin (en commun avec M. Ch. Brongniart) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CVI, p. 607, 1888).

13. Sur la matière cristallisée active des flèches empoisonnées des Somalis, extraite du bois d'Ouabaïo (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CVI, p. 1011, 1888, et *Bulletin Soc. chim.*, vol. XLIX, p. 850).

14. Sur la composition élémentaire de la strophantine cristallisée, extraite du *Strophantus Kombé* (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CVII, p. 179, 1888, et *Bulletin Soc. chim.*, vol. XLIX, p. 418 et 451).

15. Sur la matière cristallisée active, extraite des semences du *Strophantus* glabre du Gabon (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CVII, p. 1162, 1888, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. I, p. 2 et 10).

16. Sur la tanghinine cristallisée, extraite du *Tanghinia venenifera* de Madagascar (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CVIII, p. 1255, 1889).

17. Recherches sur la digitaline cristallisée (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CIX, p. 679, 1889).

18. Recherches sur la digitaline et la tanghinine (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CIX, p. 701, 1889).

19. Recherches sur la carotine; son rôle physiologique probable dans la feuille (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CIX, p. 911, 1889).

20. Recherches chimiques sur les sécrétions microbiennes. Transformation et élimination de la matière organique azotée par le bacille pyocyanique dans un milieu de culture déterminé (en commun avec Charrin) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXII, p. 755, 1891).

21. Transformation de la cupréine en quinine (en commun avec Grimaux) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXII, p. 774, 1891, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. V, p. 722).

22. Recherches chimiques et physiologiques sur les sécrétions microbiennes. Transformation et élimination

de la matière organique par le bacille pyocyanique (en commun avec Charrin) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXII, p. 1157, 1891).

23. Sur la quinéthyline, base homologue de la quinine (en commun avec Grimaux) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXII, p. 1364, 1891, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. VI, p. 83).

24. Sur un nouvel acide gras non saturé de la série $C^nH^{2n-4}O^2$ (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXIV, p. 79, 1892, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. VII, p. 233).

25. Sur la transformation de la cupréine en diiodométhylate de quinine (en commun avec Grimaux) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXIV, p. 548, 1892).

26. Sur quelques bases homologues de la quinine (en commun avec Grimaux) (*Comptes Rendus*, vol. CXIV, p. 672, 1892, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. VII, p. 304).

27. Transformation de l'acide taririque et de l'acide stéarolique en acide stéarique (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXII, p. 1000, 1896).

28. Recherches sur l'ouabaïne (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXVI, p. 346, 1898, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. XIX, p. 201).

29. Sur les produits de dédoublement de l'ouabaïne par hydrolyse (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXVI, p. 1208, 1898), et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. XIX, p. 734).

30. Action des alcalis sur l'ouabaïne (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXVI, p. 1280, 1898, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. XIX, p. 831).

31. Sur une heptacétine cristallisée dérivée de l'ouabaïne (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXVI, p. 1654, 1898, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. XIX, p. 939).

32. Sur les dérivés nitrés résultant de l'action de l'acide nitrique sur l'ouabaïne (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXVI, p. 1873, 1898, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. XIX, p. 992).

33. Sur un nouveau procédé d'extraction du caoutchouc contenu dans les écorces de diverses plantes et notamment des *Landolphia* (en commun avec Verneuil) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXX, p. 259, 1900).

34. Constitution de l'acide taririque (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXXIV, p. 473, 1902, et *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, vol. XXVII, p. 354, 484 et 489).

35. Recherches et dosage du caoutchouc dans quelques lianes africaines (*Bulletin du Muséum*, vol. VIII, p. 69, 1902).

36. Sur une eau minérale de Madagascar (en commun avec V. Hasenfratz) (*Bulletin du Muséum*, vol. VIII, p. 284, 1902).

37. Sur les acides dioxytaririque et cétotaririque (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXXIV, p. 547, 1902).

38. Sur les produits de dédoublement des acides amidotaririques (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXXXIV, p. 842, 1902).

39. Sur les dérivés diiodés d'addition des acides gras supérieurs de la série $C^nH^{2n-4}O^2$ (en commun avec M. Posternak) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CXLIX, p. 220, 1909).

40. Sur l'hydrogénation partielle des acides de la série stéarolique et sur l'isomérie de leurs dérivés mono-iodhydriques (en commun avec M. Posternak) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CL, p. 1130, 1910).

41. Sur deux nouveaux isomères de l'acide stéarolique (en commun avec M. Posternak) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CL, p. 1245, 1910).

42. Sur l'isomérisation de l'acide oléique par déplacement de la double liaison (en commun avec M. Posternak) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CL, p. 1525, 1910).

43. Sur l'oxydation des acides gras supérieurs à fonction acétylénique (en commun avec V. Hasenfratz) (*Comptes Rendus Ac. Sc.*, vol. CLII, p. 1603, 1911).

44. Contribution à l'étude des acides oléiques et stéaroliques (en commun avec V. Hasenfratz) (*Bulletin du Muséum*, vol. XVII, p. 505, 1911).

Les Tectites de l'Indochine

Par M. A. LACROIX

AVANT-PROPOS

Minuscule a été le point de départ des longues recherches exposées dans le présent mémoire, une petite boule de verre noir ne pesant guère plus de 3 grammes. Je l'ai trouvée parmi quelques fragments de minéraux qu'en 1928 mon collègue, M. Henri Lecomte, avait reçus de son collecteur de plantes en Indochine, M. Poilane. Les corrosions de la surface de ce verre ont aussitôt frappé mon attention, en me rappelant la *billitonite* trouvée dans les alluvions stannifères de l'île Billiton, dans la mer de Java, et que je ne connaissais guère alors que par des descriptions. Sur ma demande, M. Poilane voulut bien m'en rechercher d'autres échantillons et répondre aux questions posées sur les conditions dans lesquelles il les avait trouvés.

Un champ nouveau a été ainsi ouvert à l'étude du problème des **tectites** (1), l'un des plus obscurs, sinon le plus obscur de la lithologie. L'importance de cette découverte a dépassé tout espoir. Ayant été assez heureux pour intéresser à cette question de nombreuses personnes de l'Union Indochinoise, beaucoup de gisements nouveaux ont été rapidement rencontrés sur toute son étendue.

Par l'abondance et l'intérêt des matériaux qu'ils ont fournis, ils laissent bien loin derrière eux tous ceux connus jusqu'alors. Au cours des trois dernières années, j'ai pu réunir ainsi une quantité considérable de précieux matériaux, qui sont venus enrichir la collection de notre Muséum national d'Histoire naturelle.

Après les avoir brièvement décrits dans des notes préliminaires [**11** à **15**], je me propose d'en donner ici une description détaillée et de discuter leur origine.



Quelques mots, tout d'abord, sont nécessaires pour poser la question.

Le nom de *tectite* a été proposé, en 1900, par M. Franz E. Suess comme terme générique pour désigner des fragments de verre naturel, très siliceux, alumineux, calcique, ferreux, magnésien et alcalin (avec prédominance de la potasse sur la soude), trouvés

(1) De τηκτός (*fondu*). Cette appellation ne préjuge pas de leur origine.

dans trois régions du monde fort éloignées les unes des autres : le Sud de la Bohême et la Moravie; l'Ouest et le Sud de l'Australie, la Tasmanie; enfin l'Insulinde et la Malaisie (1). A défaut d'interprétation définitive, ces verres avaient reçu, suivant leur provenance, des noms divers : *moldavite* (Bouteillenstein, Pseudochrysolit), *australite*, *billitonite*, *obsidianite*. Un type aberrant (*Darwin glass*) provenant du mont Darwin, en Tasmanie, a été appelé *queenstownite* par M. F. Suess (2).

Dans chacune de ces régions, où les étale souvent l'érosion, les tectites sont distribuées sur de vastes espaces, mais toujours dans les mêmes conditions géologiques. Leur gisement *in situ* n'est pas à la surface du sol, mais à l'intérieur de dépôts détritiques (alluvions, parfois stannifères, aurifères, diamantifères, etc.), quaternaires ou tertiaires récents.

Les tectites noires, plus rarement verdâtres ou vertes, possèdent la cassure vitreuse des obsidiennes, mais, à l'inverse de la plupart de celles-ci, elles présentent la caractéristique commune de ne renfermer aucun minéral cristallisé, même sous forme cristallitique. Elles sont constituées uniquement par un verre, incolore et transparent en lames minces, quelquefois bulleux. Les tectites ne se rencontrent qu'à l'état de fragments, très clairsemés, quelquefois concentrés en essaims. Le plus gros de ceux qui avaient été décrits jusqu'ici était un échantillon provenant de Malaisie; il pèse 464 grammes. En Moldavie et en Australie, les plus volumineux échantillons connus en pèsent 120 ; la moyenne paraît être comprise entre 10 et 90 grammes.

Ces fragments possèdent des formes variées suivant les régions, mais assez constantes dans chacune d'entre elles : disques, tessons aplatis, etc. (Bohême) ; sphères, cylindres, ellipsoïdes, larmes, etc. (Insulinde) ; formes très régulières de boutons, avec ou sans rebord, ou bien rappelant l'aspect des fruits d'arachide (Australie), etc. Dans quelques gisements (Australie, etc.), ces fragments renferment une ou plusieurs bulles gazeuses plus ou moins volumineuses.

Les tectites sont quelquefois presque dépourvues d'accidents superficiels (australites), mais, plus souvent, leur surface est curieusement sculptée d'entailles profondes, parfois disposées en rosettes (moldavites), ou creusée de sillons, de gouttières, de cupules, de nombrils, etc. (billitonites) ; ces particularités ont été minutieusement décrites, et elles sont d'importance pour la discussion sinon de l'origine, du moins de l'histoire de ces corps si curieux.

L'origine est le point le plus discuté de cette histoire.

En effet, les tectites ont été regardées tout d'abord, comme des produits de l'industrie humaine.

On leur a attribué ensuite une origine volcanique, mais comme, dans le voisinage de leurs gisements, il n'existe généralement pas de volcans susceptibles de fournir des matériaux d'une telle composition, une hypothèse supplémentaire a été faite (E. J. Dunn),

(1) Depuis lors, d'autres gisements ont été signalés en Amérique (Arizona, Colombie, Pérou) et les produits de certains d'entre eux désignés sous le nom d'*américanite*. Leur identité avec les tectites, pour certains d'entre eux au moins, a été contestée.

(2) Un autre nom, celui de *Schonite*, d'une localité suédoise, doit être abandonné, son auteur, M. F. Suess, m'ayant fait savoir que la substance à laquelle il avait été attribué est un produit de l'industrie.

celle du transport aérien à des distances vraiment extraordinaires de fragments volcaniques, allégés par des bulles gazeuses (australites).

Les tectites ont été comparées encore à des fulgurites qui auraient été produites par la foudre aux dépens de nuages de poussière ou bien de sable gisant à la surface du sol.

M. Wing Easton a proposé une tout autre théorie ; d'après lui, les tectites seraient des gels déshydratés, formés sur place, par l'action de l'humus sur des roches terrestres.

Enfin, l'on a pensé à une origine extra-terrestre : produits des volcans de la lune (Verbeek), ou météorites (Krause, Franz E. Suess, Summers, R. W. Van der Veen), et c'est cette dernière hypothèse qui est la plus en faveur actuellement. C'est celle à laquelle m'ont conduit mes observations, entreprises sans opinion préconçue.

Le présent mémoire est essentiellement consacré aux tectites d'Indochine, mais je me propose, en outre, de montrer qu'elles constituent, avec celles antérieurement connues dans diverses régions de l'Insulinde, un ensemble à tous égards remarquablement homogène.

Je ne m'appesantirai pas sur les tectites de l'Australie et de la Tchécoslovaquie, si souvent décrites, me contentant de faire voir les analogies et les différences morphologiques et chimiques qu'elles présentent avec les précédentes.

La petite carte ci-jointe (fig. 1) indique la position relative à travers le monde de ces trois régions. Elles sont situées sur un même grand cercle du globe terrestre orienté N. 40° W.-S. 40° E., ou à sa proximité. Il sera question plus loin de la signification possible d'une telle distribution géographique.

Fig. 1. — Alignement au voisinage d'un même grand cercle des 3 régions à tectites : elles sont ombrées sur cette carte.

Qu'il me soit permis de remercier d'une façon particulière les personnes suivantes qui, à des titres divers, m'ont aidé en Indochine à réunir ma documentation :

M. le Gouverneur général Pasquier ; M. Lavit, Résident supérieur au Cambodge ; M. le Gouverneur B. de la Brosse ; M. Jabouille, administrateur en chef au Kouang-tchéou-wan ; M. Darles, résident-maire de Dalat ; M. Lochard, inspecteur général des Mines ; MM. Fromaget et Hoffet, du Service géologique ; M. Yersin, correspondant de l'Institut, inspecteur général des Instituts Pasteur en Indochine ; M. Krempf, directeur de l'Institut océanographique de Cauda ; MM. Bourret, Yannick Desrioux, Le Breton, Poilane, Fendler.

MM. Paul Gaubert et J. Orcel, sous-directeurs de mon laboratoire, MM. Pavlovitch et André Jourdain m'ont donné leur concours pour diverses recherches expérimentales.

M. Raoult a effectué les analyses chimiques données plus loin ; enfin M. Brison a exécuté les belles photographies reproduites dans ce mémoire.

BIBLIOGRAPHIE

Je ne donne ci-dessous qu'une liste restreinte de mémoires se rapportant directement aux questions traitées dans ce travail. Des bibliographies plus copieuses seront trouvées dans les notes ci-dessous indiquées, sous les numéros 2, 3, 6, 17, 23, 24, 25, 31.

1. DAMOUR (A.). — Sur une obsidienne de l'Inde qui a éclaté avec détonation au moment où on la sciait (*Comptes rendus*, **13**, 1844, p. 4).

2. DAVID (Sir Tannatt William EDGEWORTH), SUMMERS (H. S.), AMPT (G. A.). — The Tasmanian Tektite-Darwin Glass [*Proceed Roy. Soc. Victoria*, **39** (N. S.), Part. II, 1927, p. 167-190 + 1 pl.].

DIJK (Van). — Cf. numéro 28.

3. DUNN (E. J.). — Australites (*Bull. Geol. Surv. Victoria*, nº 27, 1912, 23 p. + 17 pl. et 1 carte).

4. DUNN (E. J.). — Obsidian Buttons (*Rec. Geol. Surv. Victoria*, (4) **2**, p. 202-206 + 1 pl.).

5. DUNN (E. J.). — Additional Note on Australite : Darwin Glass (*Proceed. Roy. Soc. Victoria*, **28** (N. S.), Part. II, 1916, p. 223-225 + 1 pl.).

6. EASTON (N. WING). — The Billitonites (An attempto to unravel tectite puzzle) (*Verhandel. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam* (Tveede Sectie), Deel XXII, nº 2, 1921, 1-32 p. + 2 pl.).

7. HANUŠ (F.). — Les moldavites (tectites) de la Bohême et de la Moravie (*Bull. intern. Acad. Sc. Bohême*, 1928, 9 p. + 8 pl.).

8. HILLS (LOFTUS). — Darwin Glass. A new Variety of the Tektites (*Geol. Surv. Records, Tasmania.*, nº 3, 1915, 1-16 p. + 4 pl.).

9. KRAUSE (PAUL GUSTAV). — Obsidianbomben aus Niederländisch-Indien (*Jaarboek van het Mijnwesen in Nederlandish-Oostindie*, Amsterdam, 1898 (supplément), p. 17-31.

10. KRAUSE (PAUL GUSTAV). — Ibid. (*Sammlungen der geol. Reichs. Museum in Leiden*, (1) **5**, 1898, p. 237-252 + 1 pl.).

11. LACROIX (A.). — Sur l'existence de tectites au Cambodge : leur morphologie (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 117).

12. LACROIX (A.). — Sur la composition chimique des tectites et en particulier de celles du Cambodge (*Ibid.* p. 284, 13).

13. LACROIX (A.). — Nouvelles observations sur les tectites de l'Indochine (*Ibid.*, **191**, 1930, p. 893).

14. LACROIX (A.). — Nouvelles observations sur les tectites. Discussion de leur origine (*Ibid.*, **192**, 1931, p. 1685).

15. LACROIX (A.). — Les tectites des Philippines (*Ibid.*, **193**, 1931, p. 265).

16. MICHEL (H.). — Zur Tectitfrage (*Ann. naturhist. Nofmus. Wien.*, **27**, 1913, p. 1-12).

17. MICHEL (H.). — Die Entstehung der Tektite und ihre Oberfläche (*Ibid.*, **38**, 1925, p. 153-161).

18. MÜLLER (F. P.). — Tektites from British Borneo [*Geol. Magaz. London*, (6) **2**, 1915, p. 206-211].

19. SCRIVENOR (J. B.). — Obsidianites of the Malay Peninsula [*Geol. Magaz. London* (5), **6**, 1909, p. 411-413].

20. SCRIVENOR (J. B.). — Two larges obsidianites from the Raffles Museum Singapore, and now in the Geol. Department F. M. S. [*Ibid.* (6), **3**, 1916, p. 145-146 + 1 pl.].

21. SCRIVENOR (J. B.). — *The Geology of Malaya*, London, 1931, p. 181.

22. SELGA (REV. MIGUEL). — Meteorites in the Philippines (*Publications of Manila Observatory*, **1**, IX, 1930, p. 50).

23. SUESS (FRANZ E.). — Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser (*Jahrb. K. K. geol. Reichsanst. Wien*, Heft 2, **50**, 1900, p. 193-382 + pl. XI-XVIII).

24. SUESS (FRANZ E.). — Rückschau und Neueres über die Tektitfrage (*Mitt. Geol. Gesell. Wien*, II, 1914, p. 51-121 + 3 pl.).

25. SUMMERS (H. S.). — Obsidianites. Their Origin from a chemical Standpoint [*Proceed. Roy. Soc. Victoria*, **21** (N. S.), Part. II, 1909, p. 423-448).

26. VEEN (R. W. VAN DER). — Het ontstaan der secundaire tinerts afzettingen op Banka en Billiton (*De Ingenieur*, n° 10, 1919).

27. VEEN (R. W. VAN DER). — Origin of the tectite sculpture and some consequences (*Verhandel. van het Geol. Mijnbouwkund, Genootschap voor Nederland en Koloniën*, Geolog. Série, **6**, 15-41, 1923, + 6 pl.).

28. VAN DIJK (P.). — Obsidiaan van Billiton (*Jaarboek van het Mijnwesen in Nederlandish-Oostindie*, Amsterdam, **2**, 1879, p. 225).

29. VERBEEK (R. D.). — Over Glaskogels van Billiton (*Kon. Akad. Wetensch.*, Amsterdam, **5**, 1897, p. 421).

30. VERBEEK (R. D.). — Glaskogels van Billiton (*Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandish-Oostindie*, Amsterdam, **20**, 1897, p. 235).

31. WALCOTT (R.). — The Occurrence of so called Obsidian Bombs in Australia [*Proceed. Roy. Soc. Victoria*, **11** (N. S.), t. I, 1898, p. 23-53 + 2 pl.].

32. WÈINSCHENK. — Die kosmiche Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser (*Centralbl. für Min.*, 1908).

I

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET CONDITIONS DE GISEMENT DES TECTITES DANS L'INDOCHINE, EN MALAISIE ET DANS L'INSULINDE

Le gisement qui a servi de point de départ à cette étude se trouve au pied du massif des Dangrek, non loin de la frontière septentrionale du Cambodge et du Siam. L'attention de M. Poilane avait été attirée sur le premier échantillon dont il a été question plus haut par la circonstance suivante.

Dans la partie occidentale du Cambodge (province de Battambang), sur le bord de la frontière occidentale du Siam, se trouve le célèbre gisement de saphir de Pailin, que j'ai eu l'occasion de visiter. Le saphir et le zircon rouge orangé y sont recueillis dans des alluvions formées aux dépens de tufs basaltiques : ils sont accompagnés de ferropicotite. Le corindon et le zircon existent également dans les alluvions non volcaniques (1) de beaucoup d'autres rivières du Protectorat ; ils sont taillés par des lapidaires indigènes, de même que la ferropicotite, bien que cette dernière soit noire et opaque. C'est probablement par confusion avec cette gemme très dure, très dense et très réfringente, qu'ils taillent parfois (2) aussi les tectites également noires, mais n'ayant pas l'éclat d'une gemme; elles possèdent seulement des propriétés optiques comparables à celles du verre à bouteille.

Sur ma demande, M. Poilane a généralisé ses recherches, non seulement au Cambodge, mais dans le Laos et l'Annam, et bientôt d'autres collaborateurs sont venus seconder mes efforts. En 1927, j'avais traversé toutes les régions intéressantes à ce point de vue, mais mon voyage, très rapide, ayant pour but l'étude des roches éruptives anciennes et des roches volcaniques récentes, je ne m'étais pas attardé dans les zones d'alluvions fournissant des tectites dont je ne soupçonnais pas alors l'existence. La seule région, où j'ai regardé avec quelque soin ces alluvions, renfermant les concrétions ferrugineuses latéritiques qu'en Indochine l'on appelle *bienhoa* (3), s'est trouvée malheureusement ne pas renfermer de tectites.

(1) Ce corindon et ce zircon, comme ceux du Velay se rencontrant dans les mêmes conditions, ne sont pas originaires du magma basaltique. On les trouve, en effet, dans toutes les alluvions formées aux dépens des grès triasiques du massif des monts Dangrek. Ils proviennent de la désagrégation de roches granitiques ou gneissiques du substratum profond. Ils ont subi un long transport, et leurs cristaux sont toujours roulés on brisés.

(2) J'en ai eu la preuve en examinant les résidus de taille d'un lapidaire de Phnom-Penh, parmi lesquels se trouvaient, incomplètement taillés : ferropicotite, tectite, corindon de diverses couleurs et petits zircons complètement incolores qui, après une taille plus complète, ressemblent étonnamment au diamant.

(3) Ce mot est tiré du nom d'une localité de Cochinchine (Bien-hoa). M. Cabaton m'a signalé qu'au Cambodge les indigènes désignent ces concrétions sous le nom de *Thmâ bai Kriêm*, « pierre de riz attaché à la marmite : pierre de riz sec ou brûlé ».



Fig. 2. — Distribution des tectites dans l'Indochine et l'Insulinde.

Plus tard, m'ont été signalés des échantillons provenant d'un gisement du Tonkin, puis ceux, très abondants, du Territoire de Kouang-tchéou-wan.

Laissant de côté cet ordre chronologique, je vais passer en revue tous les gisements constatés suivant leur distribution géographique, en allant du Nord au Sud.

Les gisements qui ont fourni la plus riche moisson de documents intéressants sont ceux de l'île Tan-hai (Kouang-tchéou-wan), du plateau du Lang-Bian, dans le Sud de l'Annam, et enfin ceux du Nord du Cambodge.

Je m'occuperai ensuite des gisements reconnus dans d'autres régions de l'Extrême-Orient : ceux de l'île chinoise Hai-nan, située au Sud du Kouang-tchéou-wan, des Philippines découverts récemment, puis ceux, plus anciennement connus, de Malaisie, de l'île Billiton dans la mer de Java, de l'île Boengoeran, de Bornéo et enfin de Java.

La carte ci-jointe (fig. 2) indique la position relative des diverses régions de l'Extrême-Orient dont il va être question plus loin. Le nom des localités ou des provinces plus particulièrement importantes à notre point de vue a été souligné.

A. — INDOCHINE FRANÇAISE

I. — TONKIN

Province de Yen-bay. — En m'envoyant l'échantillon de tectite d'Attopeu dont il est question plus loin, M. Fendler m'a signalé qu'il y a quelques années il a trouvé, à Yen-bay, au cours de travaux de fortification, une galette hémisphérique (12 cm. × 3 cm. 5), à surface couverte de cupules, d'un verre très dur, qui était certainement une tectite.

Cet échantillon a été brisé sur une enclume à coups de marteau et a éclaté alors en minuscules fragments.

Prétendues tectites. — Il fallait s'attendre à ce que, dans un pays de vieille civilisation chinoise, la recherche des tectites fasse trouver des vestiges d'anciens traitements métallurgiques et les fasse prendre pour des tectites. Tel a été le cas pour un laitier plombifère recueilli près de la frontière chinoise, à Pa-Pao, non loin du poste de Mao-Xao-Phing (4e territoire militaire).

Ce verre se distingue aisément des tectites par sa composition chimique, par sa densité plus grande, supérieure à 3,3, et sa fragilité ; il est noir, mais translucide, et de couleur jaune sur les bords.

II. — TERRITOIRE DE KOUANG-TCHÉOU-WAN

Le territoire de Kouang-tchéou-wan, cédé à bail à la France par la Chine, se trouve à peu près sous la latitude d'Hanoï. Il est enclavé dans la province chinoise de Kouang-toun, à l'Est de la base de la presqu'île de Loui-tchéou.

Il consiste en une zone étroite, bordant la baie de Kouang-tchéou, et en quelques îles dont la principale est Tan-hai.

Lorsqu'en 1928 j'ai publié ma première note préliminaire, mon confrère, M. L. de Launay, s'est souvenu d'échantillons d'un verre noir qu'il avait reçus de cette région, en 1914, de M. E. Simonin, et auxquels il n'avait pas attaché d'importance. Il a pu les retrouver, et j'ai constaté [**13**] leur identité avec ceux que je venais de décrire.

MM. Lochard et Fromaget ayant bien voulu alors donner des instructions pour la

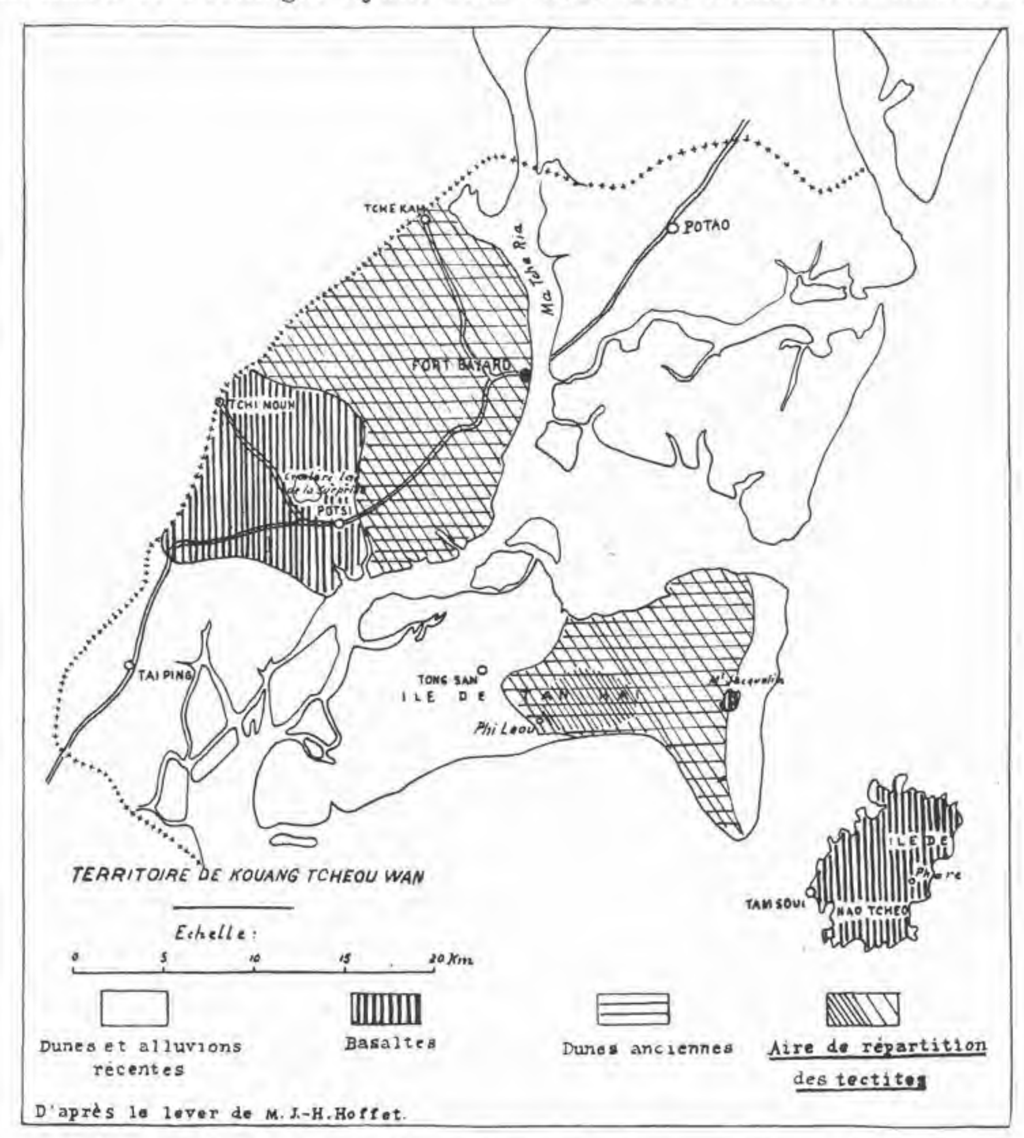


Fig. 3. — Le territoire de Kouang-tchéou-wan et sa constitution géologique.

recherche de leur gisement, j'ai reçu ainsi d'abondants échantillons que j'ai décrits en juin 1931; ils avaient été recueillis par M. Yannick Desrioux et, depuis lors, celui-ci m'en a envoyé d'autres, puis M. l'administrateur en chef Jabouille a bien voulu s'intéresser à la question.

M. Hoffet, géologue du Service géologique de l'Indochine, a fait récemment une excursion dans ce territoire et s'est employé à répondre à quelques-uns de mes desiderata; il m'a adressé à ce sujet l'intéressante note suivante. Il faut remarquer que, si les tectites sont répandues dans toute la partie du territoire de Kouang-tchéou-wan qui

n'est pas constituée par des alluvions récentes (Ouest du méridien de Fort-Bayard, le chef-lieu du territoire, et notamment à 1^{km},5 de celui-ci, dans la direction de Tcho-Kam), elles sont particulièrement abondantes dans l'île de Tan-hai, mais elles y sont localisées dans la partie orientale (1) et, surtout, dans la région méridionale de celle-ci, à l'Est de Phi-Léou.

« Ayant eu à lever pendant le mois d'août 1931 la carte géologique du territoire de Kouang-tchéou-wan, j'ai prêté une attention particulière au gisement des tectites, à la façon dont elles se présentent en place et à leur âge, répondant en cela à une question que M. le professeur A. Lacroix vient de poser récemment.

« *Généralités géologiques.* — Le territoire de Kouang-tchéou-wan, situé à l'embouchure du Ma-Tsé, ne comporte guère que trois formations géologiques (Cf. fig. 3), qui sont, par ordre d'ancienneté :

a. Dunes anciennes ;
b. Basaltes localement transformés en terre rouge ;
c. Dunes et alluvions récentes.

« *a.* Les dunes anciennes sont formées par un lit d'argile, que surmontent des sables fins à stratification entre-croisée. Elles atteignent en certains points la cote 120 mètres et descendent insensiblement jusqu'à la mer. Elles ont été très fortement ravinées par l'érosion. Dans leur partie supérieure, à 20 centimètres de la surface, elles montrent parfois une cuirasse latéritique de quelques centimètres d'épaisseur qui épouse les formes générales de la topographie.

« *b.* Les basaltes recouvrent ces dunes anciennes ; ils atteignent, près du lac de la Surprise, 150 mètres d'altitude, mais leurs coulées, sur les trois points où ils sont connus (lac de la Surprise, mont Jacquelin sur l'île de Tan-hai et île de Nao-Tcheo), descendent jusqu'au niveau de la mer.

« *c.* Les dunes actuelles recouvrent les dunes anciennes et les basaltes.

« Enfin, quelques alluvions récentes, dans le ruisseau de Tong-San, contiennent des tectites.

« L'âge géologique de *a* et *b* n'est pas aisé à établir ; cependant les basaltes, accompagnés d'appareils conservés, descendent jusqu'au niveau de la mer et recouvrent des latérites formées aux dépens des dunes. Or, en Indochine, partout où des latérites sont connues, les observations ont montré qu'elles s'étaient formées aux dépens des alluvions anciennes les plus récentes.

« Les tectites se trouvent à la surface des dunes anciennes, recouvertes d'une couche solidifiée d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, et jamais en profondeur. Il n'en existe pas sur les basaltes ni sur les dunes récentes.

« Il semble donc que l'on peut placer la mise en place des tectites après le dépôt des dunes anciennes et avant les éruptions basaltiques d'âge quaternaire. Malheureusement,

(1) La partie occidentale de l'île à l'Ouest de Phi-Léou est formée d'alluvions récentes.

aucune donnée stratigraphique ou paléontologique ne permet, sur ce territoire restreint, de dater cette chute (1).

« Je n'ai trouvé qu'un seul échantillon en place, une poire dont la tige dépassait légèrement la surface du sol ; il était dirigé Ouest 10° Nord (la tige prise comme axe) et incliné de 55 à 60°.

« Tous les autres échantillons gisaient à même le sol. Quant à la disposition des faces dans le gisement, il ne m'a pas été possible de faire des observations concordantes. Tantôt c'est la surface de corrosion maximum qui repose sur le sol, tantôt la surface lisse. »

III. — ANNAM

Province de Nghê-An. — Au Nord de Vinh, sur le parallèle de Van-Phan, à 800 mètres Est de la garderie de Bên-Trai-Lat, sur le Sông-Con (affluent du Sông-Ca), M. Poilane a recueilli de nombreuses tectites, se trouvant dans les mêmes conditions que celles du Cambodge étudiées plus loin.

Il a vu, en outre, entre les mains d'un habitant de Vinh, un échantillon du poids d'environ 1 kilogramme, dont je n'ai pu avoir communication ni connaître le gisement précis.

Un autre gisement a fourni à M. Le Breton quelques petits échantillons dont l'intérêt réside dans les renseignements suivants qu'il m'a fournis :

« Phuong-Ky est situé dans la vallée du Sông-Ca, à 2 kilomètres au Sud du chef-lieu du phu de Anh-Son (*vulgo* Dô-Luong), sur la route locale n° 36 conduisant de Dô-Luong à Vinh, par Xa-Nam (chef-lieu du huyên de Nam-Dan). Phuong-Ky est donc à 62 kilomètres au Nord-Ouest de Vinh (chef-lieu de la province de Nghê-An), par la route n° 36, dite route de Xa-Nam, et à 19 kilomètres Sud-Sud-Est du gisement précédent.

« Le gisement de tectites se trouve sur une ancienne terrasse fluviale complètement inculte, à 1 kilomètre du cours actuel du Sông-Ca (fleuve de Vinh). Cette terrasse est coupée, perpendiculairement à sa direction générale, Nord-Ouest-Sud-Est, par la route de Xa-Nam. La surface occupe actuellement la cote de 21 mètres, au Nord-Ouest de la route, et la cote de 31 mètres, au Sud-Est. C'est sur l'éperon Nord-Ouest que j'ai recueilli mes échantillons. Sur cette ancienne terrasse fluviale, les tectites se rencontrent à l'état de fragments, les plus gros atteignant le volume d'une noix.

« Le sol est constitué par un sable argileux très fin, jaunâtre. Il est recouvert de limonite en grains et de pisolites ferrugineux, communément appelés en Indochine *bienhoa*. J'ai recueilli les échantillons à la surface du sol, mélangés aux pisolites.

« La géologie de la région a été étudiée par MM. Ch. Jacob et Fromaget. Les formations comprennent du granite, du Siluro-dévonien gréso-schisteux, parfois métamorphique (cipolins du pays Muong de Nghê-An), de l'Anthracolitique gréso-schisteux, du Trias

(1) Cette opinion est appuyée par ce fait que les tectites n'ont pas été trouvées dans les parties de l'île Tan-hai et du continent voisin formées par des alluvions ni dans la petite île Nao-Tchéo, située dans le Sud-Est de Tan-hai, et qui est entièrement basaltique.

schisteux et du Trias calcaire. A 31 kilomètres au Nord viennent se terminer les *terres rouges*, limons composés en grande partie de basaltes décomposés. L'aire des éruptions basaltiques couvre une importante surface le long d'une ligne Ouest-Nord-Ouest qui suit la vallée du Sông-Mai (au Nord-Est de la province), puis celle du Sông-Con ou Sông-Hiêu, affluent du Sông-Ca. Les coulées sont constituées par des basaltes.

« Je n'ai pas pensé à étudier la coupe d'alluvions de la terrasse pour chercher si les tectites y sont localisées à un niveau uniforme, ou si elles ont une grande distribution suivant une verticale. Il serait facile d'obtenir des précisions sur cette question, étant donné que cette ancienne terrasse fluviale est entièrement découverte sur une longueur de 2 kilomètres et une largeur de 1^{km},400 environ, et que la route la coupe par une tranchée de plusieurs mètres de profondeur. Un grand nombre de terrasses voisines, en direction Sud-Est, seraient à explorer; les recherches seraient facilitées du fait qu'elles sont entièrement dépourvues de toute végétation, tout comme celle de Phuong-Ky.

« Ma découverte de tessons de poterie du Néolithique supérieur, à la surface de la terrasse marine de Duc-Lam dans la même province, m'a permis de préciser l'âge exact des mouvements épirogéniques récents qui ont affecté le Nghê-An. Par correspondance, il me semble légitime d'affirmer que toutes les anciennes terrasses fluviales du Nghê-An, et en particulier celle de Phuong-Ky, datent également du Néolithique supérieur, ce qui permet de fixer l'âge maximum de la mise en place des tectites recueillies à la surface de la terrasse de Phuong-Ky. »

Tout en admettant la matérialité des observations précédentes, M. Fromaget m'a présenté des objections à la conclusion chronologique de M. Le Breton et m'a donné l'appréciation suivante :

« Le fait que des poteries au panier ont été trouvées à la partie supérieure de la terrasse, dite de 18 mètres, indique simplement qu'à une époque indéterminée, après le retrait de la mer de 18 mètres, cette terrasse fut habitée et que les tessons de poterie y ont été enfouis accidentellement par les habitants qui, sans doute, recherchaient à cette époque, comme maintenant encore dans ce pays privé de calcaire, les coquillages dont ils faisaient la chaux leur servant à préparer leurs chiques de bétel.

« Les recherches faites dans cette partie de l'Indochine indiquent l'existence de civilisations semblables au-dessus de terrasses de 18 et de 6 mètres, ainsi qu'au niveau de la mer, ce qui ne peut s'expliquer que par l'occupation simultanée par l'homme, tout comme aujourd'hui d'ailleurs, d'anciens niveaux ou d'anciennes terrasses postérieurement à l'état actuel. Enfin, ainsi que Patte le faisait remarquer, à la suite de mes découvertes, ne trouve-t-on pas, à l'époque actuelle, des représentants vivants des races de cette époque néolithique, un peu plus à l'Ouest dans la Chaîne annamitique, alors que, plus à l'Ouest encore, au Laos, on fait encore aujourd'hui de la poterie au panier ? »

Sur la route de Vinh à Luang-Prabang, par Cua-Rao, M. Poilane a recueilli de petites tectites entre le Kon-Go (Can-Cuong) et Khe-Bo (kilomètre 124,70), dans la vallée du Sang-Li.

Province de Ha-Tinh. — A la limite de la province de Quang-Binh et à 800 mètres

de la station de chemin de fer de Kim-Lu (106 kilomètres Sud-Sud-Est de Vinh), M. Poilane a recueilli des tectites dans des conditions identiques à celles du gisement suivant et de ceux du plateau du Lang-Bian.

Province de Kontum. — Entre Kontum et Dak-Tô.

Province du Lang-Bian. — Au cours de mon voyage aux Indes Néerlandaises, en 1929, ayant eu l'occasion de causer avec M. Krempf de mes travaux sur les tectites de l'Indochine, celui-ci m'a dit avoir vu à Dalat des fragments d'obsidienne noire, répondant à ma description ; il voulut bien me promettre de m'en envoyer des échantillons. A mon retour en France, j'ai reçu de M. Poilane, en même temps que les tectites du Kontum indiquées ci-dessus, quelques échantillons recueillis à Dalat et surtout dans le voisinage de cette station d'altitude, au Nord de Dang-kia.

Depuis lors, M. Krempf a exploré le gisement dont il m'avait parlé et m'a envoyé une série très nombreuse des échantillons qu'il y avait recueillis. Il m'a fourni, en outre, les intéressantes indications qui suivent :

« Toutes ces tectites ont été récoltées de juillet 1930 à août 1930, à Dalat, sur toute l'étendue de la ville en construction et de ses environs immédiats. Voici les points qui peuvent servir de jalonnement à la localisation de ces gisements : en allant de l'Ouest à l'Est, hauteurs et ravins de Kréan et de Prenh ; Dalat ville ; Colline du Pin-Thouard et ses abords immédiats ; divers points répartis sur la route de Dalat à Dang-kia ; lit de la Da-Deung, aux abords immédiats de la Station agricole de Dang-kia ; toute l'étendue de la Station de Dang-kia, particulièrement dans la région du réservoir d'eau et dans celle des Quinquinas.

« Les tectites paraissent concentrées par essaims, où la densité de leur distribution est plus grande qu'ailleurs : les précisions données plus haut correspondent aux essaims observés. On a recueilli jusqu'à vingt pièces dans un mètre carré, tandis qu'en d'autres points on n'en trouve qu'une par 10 ou 20 mètres carrés. Elles se rencontrent soit à la surface même du sol, mais alors elles ne sont pas en place, soit à quelques centimètres (10 à 50 centimètres) de profondeur dans la terre rouge jaunâtre. On trouve fréquemment à la même profondeur et dans les mêmes lits des débris de charbon de bois.

« Les lits à tectites et à charbon de bois, ainsi que la terre rouge qui les recouvre avec des fragments ou des concrétions de latérite de petites dimensions, ont évidemment pour origine le ruissellement. »

M. le Dr Yersin et M. Darles ont bien voulu aussi s'intéresser à cette question, faire faire de copieuses récoltes sur le plateau et m'envoyer quelques-uns des plus beaux échantillons figurés par les planches de ce mémoire.

Enfin M. Fromaget, ayant eu à faire une étude géologique pour l'alimentation en eau de Dalat, a récemment examiné le gisement et m'a écrit :

« Les tectites gisent dans une couche de quelques centimètres d'épaisseur, formée

de fragments brisés de latérite et de fragments de quartz, peu ou pas roulés, provenant de la destruction de veinules traversant le granite. Cette couche est située sous la terre végétale et au-dessus de la zone d'altération du granite (arènes plus ou moins latéritisées). Il semble donc que la chute des tectites soit assez récente; elle est, en tout cas, postérieure à la latéritisation dont les dernières manifestations sont immédiatement antérieures aux alluvions les plus récentes. »

Province du Haut-Donai. — Sur la route coloniale n° 20, entre le col de Blao et Djiring, aux kilomètres 77 ; 93-94,5 ; 113-114 ; 116,5 (M. Poilane).

IV. — LAOS

Je n'ai étudié que quelques unités de tectites des gisements suivants :

Province de Xieng-Khouang. — M. Poilane m'a remis une petite tectite ayant la grosseur d'un noyau d'olive recueilli à Nong-Et (Nord-Ouest de Xieng-Khouang), vers le kilomètre 242 de la route de Vinh à Luang-Prabang, sur un sol calcaire (altitude entre 1 500 et 1 600 mètres).

Province de Cammon. — M. Poilane m'a dit avoir vu des tectites dans la région de Napé, mais je n'ai pas en mains d'échantillons de cette provenance.

Province de Savannakhet. — Le même collecteur vient de m'envoyer un fragment d'un échantillon ayant pesé une quarantaine de grammes recueilli sur la route coloniale n° 9, au kilomètre 67, à 2 kilomètres de Ban-Dong-Hen (en venant de Savannakhet).

Province de Saravane. — M. le général Mailles m'a communiqué quelques fragments recueillis par les officiers du Service géographique, près de la limite de la province de Savannakhet, dans la vallée du haut Suok, en amont de B. Dan-Nalao, et dans la haute vallée de la Se-Bang-Nouan. Je n'ai pas de renseignements sur leurs conditions de gisement.

Province d'Attopeu. — Je dois à M. Fendler un fragment de tectite pesant 200 grammes ; il est dépourvu de toute forme extérieure et a été détaché d'un échantillon de plus grande taille trouvé à 1 mètre de profondeur.

V. — CAMBODGE

C'est tout près de la frontière du Siam, au pied méridional du massif des Dangrek, entre celui-ci et le parallèle de Sièm-Réap, que se trouve le gisement originel de Smach, point de départ de ce travail ; il existe de nombreux autres gisements qui, depuis

lors, ont été découverts, à la suite des recherches que M. le Résident supérieur Lavit a bien voulu ordonner.

C'est une région de grès continentaux, attribués au Rhétien; des épanchements basaltiques ne sont connus que plus au sud.

Avant d'énumérer ces gisements, je donnerai des renseignements sur les conditions dans lesquelles ils se trouvent.

A 8 ou 10 kilomètres du village de Smach, au milieu d'une grande plaine déboisée, couverte de Graminées (*Imperata cylindrica*, le *sban* des Cambodgiens), incendiées chaque année, se voient des ravinements de 2 à 4 mètres de profondeur, dus à l'érosion d'un petit cours d'eau, à sec pendant la saison sèche. Le sol est formé par un sable fin argileux, jaunâtre, riche en pisolites ferrugineux (*bienhoa*). C'est dans ce milieu, à environ $0^{m},50$ de la surface, que M. Poilane a recueilli ses échantillons. Il n'est pas rare de constater que certains d'entre eux supportent des concrétions ferrugineuses renfermant de petits grains de quartz et remplissant toutes les cavités de corrosion des tectites.

M. L. Courtois, chef du cantonnement forestier de Sièm-Réap, a donné le récit suivant de sa recherche des tectites dans une région située au Nord-Ouest de la précédente :

« ... Le lendemain, 11 juillet, nous quittons Samrong pour Paong, petit village groupant une dizaine de cases, à 24 kilomètres au Nord de Samrong, à 8 kilomètres seulement de la frontière du Siam.

« Arrivé à 16 heures, nous avons immédiatement pris auprès des habitants des renseignements sur la nature du sol et des roches que l'on pouvait voir dans la région. Dès les débuts, ces gens se tenaient sur leurs réserves, mais, au bout d'un certain temps, et après maintes questions posées et reposées, l'un d'eux a fini par nous faire savoir qu'il existait, à 7 kilomètres au Nord-Est de Paong, à Damnak-Rolous-Trach, une plaine dont le sol correspondait à celui que nous lui décrivions.

« Nous nous rendîmes donc le lendemain à Damnak-Rolous-Trach, accompagné de neuf coolies pour faire les fouilles.

« Le O-Laâk est un petit ruisseau à sec en saison sèche, coulant du Nord au Sud sur un sol fortement raviné, de 3 à 4 mètres de profondeur, sur une largeur de 30 à 40 mètres. Son lit est composé par une mince couche de sable reposant sur une argile blanchâtre parfois fortement teintée d'ocre jaunâtre et rougeâtre. Par endroits, cette couche supérieure est recouverte de latérite désagrégée provenant de l'érosion du sol environnant, et c'est uniquement sur ce mince tapis de cailloux roulés que nous découvrons à fleur de terre des morceaux de tectites, que la nature a parcimonieusement disséminés sur une longueur qui ne dépasse pas 500 mètres. Ces morceaux sont de différentes grosseurs, mais le plus volumineux est de la grosseur d'une pièce de cent sous. Nous avons fait creuser sans résultat, à 50 centimètres de profondeur, différents points du lit du ruisseau, dont le sol est constitué par une argile extrêmement compacte. La plaine environnante a également été fouillée sans résultat.

« L'après-midi, nous continuons nos recherches vers la source du O-Laâk, jusqu'à la

base de la chaîne des Dangrek, au pied du Phnôm-Sruoch, origine du ruisseau. La nature du sol n'a pas changé, mais aucune trace de tectite. Nous faisons l'ascension de la montagne, qui est formée de grès gris et rouge. »

Voici l'énumération des principaux gisements reconnus et explorés, à l'*ouest du Mékong*. Les tectites qu'ils fournissent, et dont j'ai plusieurs milliers, ne se distinguent par aucune particularité d'un gisement à l'autre.

Province de Stung-Treng. — Entre Chep et Melouprey.

Nord de Smach, à 30 kilomètres Ouest de Kanthut et à environ 60 kilomètres Sud-Est de Chéam-Ksan (Chéom-Ksan).

Province de Sièm-Réap. — Tous ces gisements sont situés plus ou moins près de la frontière du Siam, au Nord et au Nord-Ouest d'Angkor.

Ruisseau Aur-Roum-Hak, à 8 kilomètres Nord de Khdol, près Phnom-Bak.

Damnak-Rolous-Trach, sur l'O-Laâk (1) (7 kilomètres Nord-Est de Paong et à 24 kilomètres Nord de Samrong).

Forêt de Prey-Chrok-Bal-Rolous, dans le khand de Chong-Kal (territoire de Dong-Sok).

O-Kantuy Chuong, à une lieue de Dong-Sok (khand de Kra-Lanh).

Prey-ô-Chrup-Ksan, dans le khum de Varin (8 kilomètres Est de Svai-Sar).

Province de Kompong-Thom. — Dans deux carrières de ballast distantes de 4 kilomètres et situées à environ 12 kilomètres de la route reliant Kompong-Thom à Sièm-Réap, et près de la limite des deux provinces, M. Bourret a recueilli une abondante collection de belles tectites.

M. Poilane me les a signalées aussi près de Phnom-Dek, au Sud-Sud-Est de Prakhar.

Province de Phnom-Penh. — Dans la région de Kompong-Speu, à 4 kilomètres de cette localité, près de Chambok, et à 8 kilomètres de Pum-Lovéa (à 200 mètres de la rive gauche du Sông-Cha), M. Poilane a recueilli quelques échantillons.

Je n'ai que des indications sommaires sur des gisements situés à l'*est du Mékong*.

Province de Stung-Treng. — M. Du Cheylat m'a remis quelques échantillons recueillis près du Ban-Don-Phay, sur l'Hikoi, affluent du Se-Kong, lui-même affluent de gauche du Mékong. Ce gisement se trouve près de la frontière du Laos.

Province de Kratié. — C'est encore à M. Poilane que je dois la connaissance d'un gisement, situé à 30 kilomètres environ de Kratié, sur la route coloniale n° 12, et l'indication de l'existence de tectites aux environs de Mimot, mais je n'ai pas vu ces dernières.

(1) *O* = *Oa* rivière, ruisseau.

VI. — CONCLUSIONS

Les indications données plus haut démontrent que les tectites existent dans toute l'étendue de l'Union Indochinoise. Plus de 1 200 kilomètres, à vol d'oiseau, séparent le Kouang-tchéou-wan du gisement le plus méridional observé au Cambodge. Ces gisements sont distribués à peu près sur le même méridien, mais cette orientation n'a pas de signification, en l'absence d'observations faites dans une direction perpendiculaire à celui-ci. De même, nous ne connaissons rien sur la densité des gisements ; nous sommes renseignés seulement sur les points où il y a eu coïncidence entre un gisement et un observateur intelligent, capable de le trouver ou ayant eu l'idée de le chercher systématiquement ; c'est ainsi que, si les gisements observés sont nombreux dans le Nord du Cambodge, cela tient à ce que plusieurs observateurs ont bien voulu se donner cette peine. D'ailleurs, des recherches de ce genre sont difficiles et souvent même impossibles dans un pays tel que l'Indochine, très accidenté sur de vastes espaces, toujours couvert par une luxuriante végétation tropicale et même par des forêts impénétrées, pays neuf où les grands travaux remuant la terre sur de grandes surfaces sont localisés.

Les détails sur une semblable distribution géographique seront acquis peu à peu et seront l'œuvre d'un lendemain plus ou moins lointain.

Mais, telles qu'elles sont, les observations déjà réunies sont concluantes sur plusieurs points importants.

Tout d'abord, partout les tectites se trouvent dans des conditions semblables, dans des *alluvions*, c'est-à-dire dans des plaines et des vallées. Il est facile de voir pourquoi. Quelle que soit l'hypothèse faite sur l'origine des tectites, à l'exception de l'hypothèse d'une formation sur place qui, comme je le montrerai plus loin, ne peut être admise, la topographie terrestre ne joue aucun rôle sur leur distribution. Toute tectite mise en place sur les parties accidentées du relief n'a pu s'y maintenir. En raison de l'abondance des pluies, conséquence du climat tropical, et des petites dimensions des pièces, celles-ci ont dû être rapidement entraînées par le ruissellement superficiel, puis charriées par les cours d'eau ; ainsi s'explique leurs concentrations en des points privilégiés.

En général, les gisements alluvionnaires constatés ne doivent donc pas être d'origine primaire. A ce point de vue, il serait intéressant, là où il est possible d'étudier des coupes verticales d'alluvions suffisamment épaisses, de chercher si les tectites y sont localisées à un niveau uniforme, auquel cas le gisement pourrait être primaire ; ou bien si elles n'ont pas plutôt une distribution variable suivant une verticale, ce qui correspondrait à des périodes différentes de transport. Je n'ai pu obtenir de précisions sur cette question, qui reste en suspens. On a vu seulement plus haut que les échantillons ont été recueillis au voisinage de la surface, entre $0^m,05$ et $0^m,50$ de celle-ci, suivant les points considérés et, dans un seul cas (Attopeu), à 1 mètre de profondeur.

Il est nécessaire de remarquer que les deux gisements fournissant les formes les plus intactes de tectites, les poires et les larmes, à queue étirée, décrites plus loin, se trouvent

dans des régions dont la situation géographique n'a pu permettre un transport de grande ampleur. C'est d'abord la petite île de Tan-hai, puis le plateau du Lang-Bian.

La portion de Tan-hai où se trouvent les tectites n'a guère plus de 10 kilomètres de plus grande dimension et une altitude maximum de 25 mètres (fig. 3).

Le plateau du Lang-Bian a la forme d'une ellipse mesurant 18 kilomètres Nord-Sud, sur 10 à 12 kilomètres Est-Ouest. Situé à une altitude de 1 400 à 1 500 mètres, bosselé et gazonné, il est entouré par de belles forêts de conifères ; cinq pitons d'altitude de 2 100 à 2 400 mètres le dominent.

Il est bien évident qu'une telle disposition ne peut être comparée à celle des vastes terres basses du Nord du Cambodge, s'étendant au pied du massif des Dangrek, où toutes les formes de tectites ont été profondément modifiées.

C'est sans doute aussi la cause pourquoi, de tous les gisements de tectites connus à travers le monde, ce sont ceux de Tan-hai et du Lang-Bian qui fournissent les formes les moins modifiées par l'action de l'usure due au transport, ayant précédé les corrosions plus récentes produites dans le lieu même où les pièces ont été recueillies.

Puisque les alluvions ne sont par le véritable gisement originel des tectites, mais le lieu d'une concentration sous l'influence du ruissellement superficiel, il est nécessaire de préciser quelle est la nature du substratum plus ancien d'où elles ont été entraînées, et cette recherche fait voir que la composition du sol dont il s'agit est quelconque et sans relations pétrographiques avec celle des tectites.

Tonkin. — Yen-Bay. Le sous-sol est formé, dans la région de Yen-Bay, par une série de gneiss sur quoi reposent des sédiments siluro-dévoniens et des dépôts lacustres tertiaires.

Kouang-tchéou-wan. — Dunes anciennes; le substratum de ces dunes n'est pas connu.

Annam. — Nghé-An. Le Sông-Con coule sur un substratum de sédiments primaires et triasiques. Dans son cours supérieur, ces terrains sont recouverts par des basaltes.

Le substratum de la région de Phuong-Ky est formé de Dévonien et de Trias.

Ha-Tinh-Kim-Lu se trouve dans une zone tectonique très mouvementée, où affleurent des calcaires karstiques, des schistes et des granites.

Kontum. Route de Kontum à Dak-Tô. Substratum granitique ou gneissique, par endroits basalte.

Lang-Bian et du Haut-Donaï. Granites, dacites anciennes et basaltes.

Laos. — Xieng-Khouang. L'auteur de la découverte indique sol calcaire.

Cammon. Région de Napé, substratum granitique.

Saravane et Ban-Dong-Hen. Substratum, grès rhétiens horizontaux.

Attopeu. Terrain rouge gréseux du Rhétien.

Cambodge. — Toute la plaine du Cambodge et le massif des Dangrek sont formés de grès horizontaux du Rhétien. De ces grès émergent, en quelques endroits, des col-

lines isolées, appelées *phnom*, et formées de calcaire permien ou de roches éruptives.

Age de la mise en place. — La mise en place de ces tectites n'est pas très ancienne, mais est-il possible de préciser davantage ? Voici à cet égard quelques remarques.

M. H. Parmentier, chef du Service archéologique de l'École française d'Extrême-Orient, m'a fourni une indication sur un âge minimum certain. Je relève l'indication suivante dans une lettre, où il m'entretenait de ses recherches archéologiques :

« A Chéom-Ksan, au pied des Dangrek, mes coolies m'ont sorti, au cours d'une fouille, une pierre qui, sans doute, fit partie du dépôt sacré enterré au centre, sous le piédestal de l'idole, et qui nous a valu le renversement général de celles-ci. Ils [les Khmers] y mettaient souvent ce qui leur paraissait précieux, comme de gros cristaux de quartz blanc ; ici, ce fut, rejeté par les pillards pour qui il n'avait pas de valeur marchande, un beau bloc de tectite éclaté dans un côté, ce qui montre sa texture vitreuse (200 grammes environ). »

M. H. Parmentier estime que ce monument n'est pas plus récent que le VIIIe siècle.

Ce bloc a dû être considéré par les constructeurs du monument comme une chose rare, précieuse ; par suite, il ne provenait pas d'une chute contemporaine, mais d'un des gisements, en place, étudiés plus haut, et ceux-ci sont, par suite, nécessairement plus anciens que le VIIIe siècle de notre ère.

J'avais cru un instant que les fouilles faites dans le Nord-Annam, au milieu des terrasses renfermant des poteries néolithiques, dans des localités voisines, pourraient fournir des renseignements sur la question qui nous intéresse ici, mais il semble bien qu'il faille donner une autre interprétation à cette coïncidence.

Sur le plateau du Lang-Bian, des tectites ont été trouvées sous la couche de terre végétale actuelle, au voisinage de la surface d'un lit d'alluvions contenant du charbon de bois. On peut se demander si celui-ci est une preuve de l'existence de l'homme ; mais, comme aucun débris d'industrie humaine n'y a été rencontré, cette coïncidence ne fournit pas de preuve. L'incendie de la forêt pourrait, d'ailleurs, avoir été déterminé par la chute des tectites.

Enfin j'ai relaté plus haut l'observation faite à Kouang-tchéou-wan, où les tectites ont été recueillies sur les dunes anciennes, recouvertes par des coulées de basalte descendant jusqu'à la mer, et qui ne sauraient être très vieilles.

Tout cela manque évidemment de précision et prouve seulement que la mise en place des tectites indochinoises ne saurait guère être plus ancienne que le Quaternaire.

Relations avec la latéritisation. — Toutes les observations concordent au sujet de l'association constante des tectites et des concrétions de *bienhoa*. Il serait intéressant de définir, dans chaque gisement, s'il s'agit de concrétions remaniées ou bien de concrétions formées *in situ*. Il est certain que ce dernier cas est réalisé pour certaines d'entre elles, riches en grains clastiques de quartz, qui se sont formées sur les tectites, alors qu'elles étaient déjà corrodées, puisque la matière ferrugineuse a pénétré dans toutes leurs fissures, a comblé toutes leurs cavités de corrosion.

Il apparaît donc qu'au moins dans les cas de ce genre la mise en place des tectites est antérieure à la latéritisation, qui n'a pas eu de prise sur elles.

B. — LES GISEMENTS DES TECTITES DES AUTRES RÉGIONS D'EXTRÊME-ORIENT (CHINE, MALAISIE, INSULINDE)

I. — ILE HAI-NAN (CHINE)

Dans l'île Hai-nan, située au Sud de la presqu'île de Loui-tchéou, il existe aussi des tectites. Celles que j'ai étudiées m'ont été communiquées par M. Patte, il les avait reçues d'un missionnaire. Elles ont été recueillies dans la vallée de Hoi-hao, dans le Nord de l'île, à l'Est de Kiong-tchéou (1).

Les indigènes les appellent « crottes du diable ».

II. — MALAISIE

M. J.-B. Scrivenor a indiqué l'existence de tectites dans la péninsule malaise au milieu d'alluvions stannifères [**19-21**]. Leurs gisements se trouvent, sur le versant du détroit de Malacca, dans les États de Negri-Sembilan (Gemas, Sungri-Triang, Sudu-Seremban) et de Selangor (Ulu-Selangor), et aussi sur le versant de la mer de Chine, dans l'État de Pahang (vallées de Blat et de Gambang ; Kuantan et Sungei-Lembing).

Plus récemment, M. Scrivenor a décrit deux tectites, provenant sans doute de l'État de Kelantan, situé au Nord de celui de Pahang. Elles consistent en grosses sphères parfaitement régulières, pesant respectivement 464 et 316 grammes. Lors de mon voyage en Malaisie, j'ai voulu voir ces échantillons, mais ils ne se trouvaient ni au Musée de Singapore, ni dans celui du Service géologique de Batu-Gajah ; ils avaient été donnés au British Museum.

Ces tectites avaient un grand intérêt pour moi, car, d'après la description qu'en a donnée M. Scrivenor, et sur quoi je reviendrai plus loin, elles sont semblables à un échantillon parfaitement sphérique, lui aussi, que m'a donné jadis A. Damour ; celui-ci avait décrit [**1**], en 1844, une boule identique, sous le nom d'*obsidienne explosive de l'Inde*. Il n'est pas douteux que ces deux pièces ne proviennent de la même région que les échantillons de M. Scrivenor et qu'il faut comprendre l'appellation Inde comme « Indes orientales ».

C'est donc A. Damour qui a été le premier à décrire une tectite, sans d'ailleurs se douter de la différence qu'elle présentait avec une obsidienne terrestre ni des problèmes qu'elle posait.

III. — INSULINDE

A. — Philippines.

L'existence de tectites à Manille a été récemment signalée par le P. Manuel Selga dans une monographie consacrée aux météorites des Philippines [**22**].

(1) Voir l'*Appendice*, à la fin de ce mémoire.

Elles ont été decouvertes par M. H. Otley Beyer, au cours de recherches archéologiques effectuées dans le cercle de Novaliches (province de Rizal) et, à cause de cela, leur inventeur les a désignées sous le nom de *Rizalite*.

Elles gisaient dans un site préhistorique de l'âge du fer (attribué à cinq cents ans avant notre ère). Trois cents échantillons ont été recueillis dans cette province ; il en a été trouvé d'autres, dans celles de Nueva-Ecija et de Batangas. Leur gisement originel se trouve dans des alluvions.

Les échantillons que je dois au P. Selga proviennent des environs de Rozario. Je les ai décrits récemment [**15**].

Notons que le Sud de Manille est sous la même latitude que le Centre-Annam.

B. — Ile Boengoeran (Archipel de Natoena).

L'île Boengoeran (Bunguran) fait partie du petit archipel de Natoena (Natuna), situé dans la mer de Chine, entre Bornéo et la Malaisie. Cette île est formée de granites, de serpentines, de quartzites et de calcaires.

M. P. G. Krause a décrit, en 1898 [**9**], deux échantillons de tectites de cette île ; ils sont actuellement conservés dans le Musée géologique de Leyde.

C. — Bornéo.

Un petit nombre d'échantillons de tectites ont été rapportés de trois régions différentes de Bornéo, du Nord-Ouest (Bornéo britannique), puis du Sud-Ouest et du Sud-Est (Bornéo néerlandais). Il est très difficile, paraît-il, de se procurer de semblables échantillons, parce que, comme à Boengoeran d'ailleurs, ils sont recherchés par les indigènes pour être taillés et vendus comme talismans.

Bornéo britannique. — F. P. Müller a décrit [**18**] quatre échantillons de tectites ayant de 1 à 3 centimètres de diamètre et provenant des alluvions anciennes du voisinage de la station de Tutang, au sud-ouest de Brunei.

Bornéo néerlandais. — M. P. Hövig, ancien chef du Service des mines des Indes néerlandaises, a examiné six petits échantillons de tectites ($1^{gr},2$ à $7^{gr},7$) provenant des alluvions diamantifères des environs d'Oulin et de Tjampaka, au Sud de Martapoera (Sud-Est de l'île). D'après les renseignements qu'a bien voulu me donner ce savant, les indigènes appellent ces pierres : *batou* (pierre) *kĕloulout* (*loulout*, *mĕloulout* = nettoyer la peau avec un grattoir), à cause de leur surface raboteuse.

Je dois à M. de Jonck, directeur du Service géologique des Indes néerlandaises, deux échantillons provenant de la région de Martapoera.

Le Musée géologique de Leyde possède un échantillon trouvé dans les alluvions auri-

fères de Paliary et un autre dans les alluvions diamantifères de Soengei-Riam, Tanah, Laut (Sud-Ouest de l'île). Ils ont été signalés par Krause [**9**].

D. — Billiton.

La découverte des tectites (*billitonites*) de cette île, située entre Sumatra et Bornéo, au Sud-Est de l'île Banka, a été faite, en 1879, par P. Van Dijk [**28**]. Elles parviennent des gisements les plus importants et les plus célèbres de l'Insulinde [**9, 23, 27, 29, 30**], etc.

Elles se trouvent dans les alluvions stannifères de la partie méridionale de l'île ; leur position exacte dans ces alluvions semble n'avoir pas été déterminée avec précision ; elles sont recueillies, en effet, non en place, mais dans les résidus des lavages pour l'extraction de la cassitérite. Il semble seulement qu'elles n'y soient pas très abondantes, si l'on en juge par la difficulté que l'on éprouve à s'en procurer des échantillons. La belle collection recueillie et décrite par M. Wing Easton [**6**], et dont il a bien voulu me communiquer les pièces principales, n'en comprend que 115 ; il est vrai qu'elles sont de choix. Ce géologue a constaté que dans les diverses localités de l'île les tectites ont sensiblement les mêmes formes.

A Billiton, les indigènes les appellent *moon balls*.

E. — Java.

Le Musée géologique d'Amsterdam contient deux échantillons taillés à facettes et provenant du mont Moeriah ; ils ont été sommairement décrits par Verbeek dans son mémoire sur les *billitonites* [**29**]. Ils avaient été donnés, en 1875, à Van der Ploeg par le régent de Djaparat et avaient été trouvés, avec d'autres échantillons de couleur vert clair, dans des couches quaternaires ou pliocènes au cours de travaux de construction d'une conduite d'eau à la base occidentale de la montagne.

C. — CONCLUSIONS CONCERNANT L'ENSEMBLE DES GISEMENTS DE L'EXTRÊME-ORIENT

De l'ensemble des résultats exposés plus haut, il faut conclure que le mode de gisement originel des tectites est identique dans tout l'Extrême-Orient.

On les trouve toujours, non pas dans les éluvions ou dans tout autre gisement primaire, mais dans des alluvions anciennes, reposant sur les formations géologiques les plus variées ; elles y ont été concentrées par le ruissellement superficiel.

Ces alluvions peuvent être stannifères (Billiton), aurifères ou diamantifères (Bornéo), sans que cette particularité ait une influence sur les propriétés des tectites ou sur leur

genèse. Nulle part, les tectites n'englobent de débris des minéraux ou des roches qui les accompagnent. Parmi ces minéraux, le quartz prédomine.

En Indochine, il est possible de préciser que les tectites ne se rencontrent qu'à la partie supérieure des alluvions, rarement au-dessous de $0^m,50$ de la surface. Ceci serait en opposition avec une remarque de M. Wing Easton, qui, d'après des renseignements et non des observations directes, pense qu'à Billiton on ne les trouve qu'à la base des alluvions, au voisinage du *bed-rock* (granite, gneiss, quartzite), mais M. Van der Veen met en doute cette conclusion et fait remarquer que les tectites sont recueillies non en place, mais au cours du lavage des graviers stannifères.

Notons qu'en général l'âge exact de ces alluvions ne peut être daté. J'ai indiqué seulement plus haut qu'en Indochine la mise en place des tectites est certainement antérieure à la période historique et probablement au Néolithique.

A Tan-hai, elles reposent sur des dunes anciennes, recouvertes par les basaltes ; comme ceux-ci ne supportent jamais de tectites, il faut en conclure que la mise en place de celles-ci est antérieure aux éruptions. Malheureusement, ces éruptions n'ont pu encore être datées, mais les géologues affirment qu'elles sont quaternaires.

Dans certains gisements indochinois (Tan-hai, Lang-Bian), comme aussi à Billiton, les tectites sont souvent rencontrées par essaims; mais, comme il s'agit de gisements secondaires, il n'y a pas de conclusions formelles à tirer de ce fait.

II

MORPHOLOGIE DES TECTITES DE L'EXTRÊME-ORIENT

A. — LES TECTITES DE L'INDOCHINE

La morphologie des tectites a une importance capitale pour l'interprétation de leur origine ; aussi, pour être saine, son étude doit-elle être faite sans idées préconçues et avec beaucoup de précautions. Quelques principes doivent être posés tout d'abord.

Il me paraît tout à fait évident qu'aucune tectite ne présente actuellement, dans un état de pureté parfaite, son aspect initial, je veux dire celui qu'elle avait au moment de sa mise en place, quelle que soit l'opinion que l'on puisse se faire sur le mécanisme de celle-ci. J'ai montré plus haut que presque toutes ont été plus ou moins concentrées par le ruissellement superficiel dans des alluvions, après avoir été enlevées à un gisement antérieur.

Il faut donc essayer de faire la part de ce qui, dans leurs caractères extérieurs, est originel et de ce qui est dû à des transformations secondaires.

Un nombre relativement peu considérable d'échantillons seulement, parmi les milliers que j'ai examinés, présentent de l'importance à ce point de vue. La majeure partie sont des fragments de pièces plus grosses, fracturées par des causes et à des époques diverses ; je les laisse donc de côté, pour ne m'occuper que des pièces assez peu modifiées pour posséder des formes caractéristiques qu'il soit possible de discuter.

Anticipant sur ce qui va être exposé et démontré plus loin, je ferai remarquer que toutes les tectites sont couvertes d'ornements en creux, d'aspect varié, et dont il faut faire abstraction pour la définition des formes, car elles ne constituent pas des traits initiaux de structure.

I. — LE VERRE

Les tectites sont constituées par un verre qu'un premier examen semble indiquer comme homogène ; mais une étude plus attentive le montre légèrement hétérogène physiquement et chimiquement. Les tectites ont été modelées alors que ce verre était très visqueux, et ce fait a laissé sa trace dans leur texture, mais comme celle-ci est mise en évidence surtout grâce à des corrosions naturelles, je traiterai cette question page 169.

Ce verre est noir, translucide et brunâtre, en esquilles minces ; sa cassure est conchoïdale, elle rappelle celle de l'obsidienne et des verres artificiels.

Quand les tectites sont recueillies non pas à la surface du sol, où elles sont d'ordinaire

roulées, mais dans des alluvions, leur surface est brillante, comme laquée ; toutefois, leur éclat est rarement aussi vif que celui des billitonites de Billiton.

Bulles gazeuses. — Ce verre est le plus souvent continu, c'est-à-dire dépourvu de toute cavité, mais ceci n'est pas général. Quelques fragments volumineux du Cambodge (Smach) renferment une grande quantité de petites bulles gazeuses, presque microscopiques, sans cependant que la roche soit jamais ponceuse. Le microscope permet de constater que ce bulles minuscules sont parfaitement sphériques.



Fig. 4. — Bulles gazeuses dans larmes bataviques (1). (Gross. : 0,5.)

Dans quelques gisements, et notamment sur le plateau du Lang-Bian et à l'île Tanhai, il existe des tectites renfermant des bulles peu nombreuses, mais de grandes dimensions, pouvant avoir plusieurs centimètres de diamètre et peut-être même davantage.

J'ai réuni dans les planches V et VI les principaux aspects observés sur des fragments de ces bulles. Il en est de parfaitement sphériques; d'autres sont ellipsoïdales ou cylindriques, indiquant un étirement du verre qui les renfermait ; les parois d'autres se sont affaissées et, dans ce cas, leur surface est souvent ondulée.

Beaucoup d'entre elles sont isolées, mais fréquemment aussi elles sont groupées de diverses façons et coalescentes. Les bulles en contact les unes avec les autres sont alors séparées de leurs voisines par des arêtes tranchantes, restes de cloisons imparfaites.

Tous les échantillons photographiés ont une surface terne, parce qu'ils ont été recueillis après une rupture tardive de la pièce qui a mis au jour les bulles ; les parois de celles-ci ont subi une corrosion plus ou moins intense ; mais brise-t-on une tectite renfermant de telles bulles, celles-ci ont une surface très brillante, d'un éclat extrêmement vif (comme dans la figure 21, p. 178).

En Indochine, les bulles de très grandes dimensions ne sont connues que par des fragments du genre de ceux représentés dans les planches précitées ; ils ont souvent l'apparence de débris d'œufs d'*Æpyornis*, mais avec des parois très irrégulièrement épaisses, prouvant qu'ils proviennent de la fragmentation de grosses pièces et particulièrement de boules creuses, dans quoi la bulle n'occupait pas toujours une position centrale. Je

(1) M. Triquet, président du Comité central des maîtres de verrerie de France, a bien voulu me faire faire ces larmes qui m'ont servi de termes de comparaison.

décrirai page 178 (fig. 21) une sphère présentant les mêmes particularités, mais qui m'a été remise intacte ; elle provient de Malaisie.

Des bulles gazeuses de moindres dimensions se voient souvent dans les fragments de larmes ou des poires (Pl. VI, fig. 1, 2, 3 ; Pl. VII, 3, 4) ; — on sait qu'elles sont fréquentes dans les larmes bataviques (fig. 4). Lorsqu'elles se trouvent dans la partie étirée de ces pièces, elles sont d'ordinaire elles-mêmes allongées.

A fortiori, les pièces très allongées, très étirées (baguettes, plaques, queues des larmes et des poires), décrites plus loin, présentent souvent des *rigoles* allongées, des *canaux*, résultant de l'ouverture de bulles allongées, quelquefois aplaties (Pl. IV, fig. 1) ; leurs parois ont même pu venir en contact et se souder plus ou moins complètement les unes aux autres.

II. — MORPHOLOGIE PRIMAIRE

1. — Dimensions.

Les dimensions des tectites sont très variables ; elles dépassent rarement 10 centimètres de longueur ; les morceaux brisés pèsent souvent moins de 1 gramme ; j'ai cependant examiné un morceau parallélipipédique, dépourvu de forme régulière et qui est certainement un fragment d'un bloc plus gros (Smach) ; il pèse 630 grammes ; c'est la plus grosse tectite d'Indochine que j'ai vue (1). Un fragment provenant d'Attopeu, également débris d'un morceau plus gros, pèse 200 grammes.

Je donnerai plus loin les plus grandes dimensions des échantillons des diverses formes observées.

2. — Formes.

a. — Larmes et poires.

Parmi les formes les plus caractéristiques des gisements indochinois, il faut ranger les pièces ayant l'aspect de larmes ou de poires.

Larmes. — Les larmes sont très allongées. Leur section croît régulièrement depuis une extrémité, toujours brisée, grêle, jusqu'à l'extrémité opposée, qui est renflée. J'en possède, provenant du plateau du Lang-Bian, qui mesurent 10 centimètres suivant l'axe vertical, avec des sections de $0^{cm},5$ et de 2 centimètres aux deux extrémités. Les larmes de ce type ont une section plus ou moins circulaire quand elles ne sont pas trop déformées par corrosion.

Les gisements du plateau du Lang-Bian et de l'île Tan-hai sont ceux qui m'ont fourni les échantillons les moins transformés (Pl. III, fig. 1), présentant sur leur extrémité grêle des cannelures d'étirement, alors que ceux du Nord du Cambodge n'ont donné que des pièces dont la forme est profondément altérée par corrosion ou par rupture

(1) Au moment du tirage de cette feuille, je reçois de M. Jabouille avis de l'envoi de morceaux recueillis au Kouang-tchéou-wan, où il a trouvé des tectites plus grosses que le poing et, par suite, de plus grande dimension que cet échantillon de Smach.

(Pl. IX). Nous verrons plus loin les particularités spéciales de structure de ces larmes.

Poires. — Les poires se distinguent des larmes en ce que leur partie étirée et cannelée est moins longue ; il y a élargissement moins continu, plus brusque, dans l'ensemble de la pièce ; on peut y distinguer une *queue* et une *gibbosité*. Presque toujours, en outre, la gibbosité est plus ou moins aplatie et possède deux faces parallèles (Pl. I ; Pl. II, fig. 7 et 8).

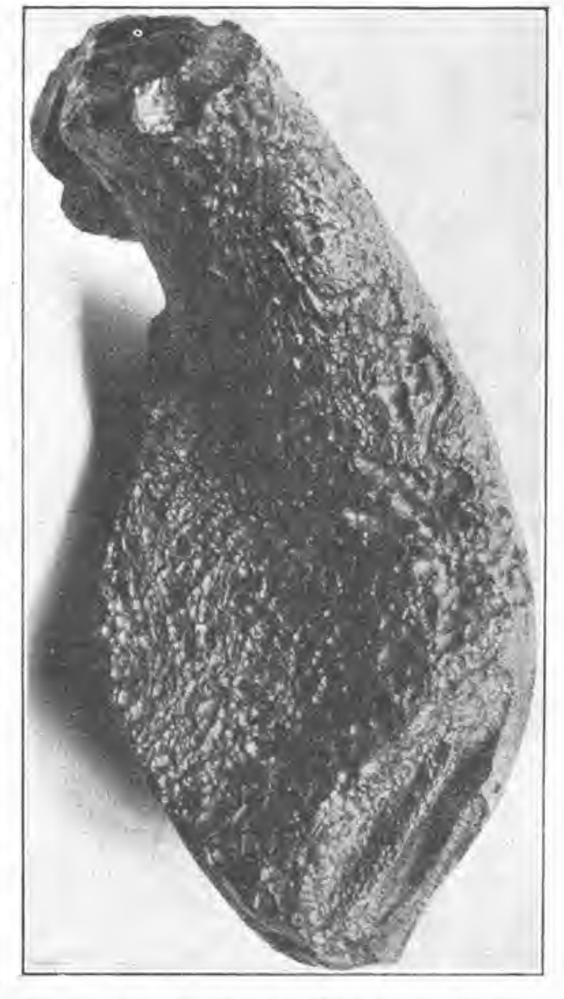


Fig. 5. — Tectite. Tan-hai. *Pièce* aplatie et tordue, puis fracturée. (Gross. : 0,5.)

Quand ces poires sont brisées, et il en est presque toujours ainsi, elles présentent, suivant la façon dont elles ont été sectionnées naturellement, l'aspect (Pl. VII, fig. 1 à 4) de jambons ou de jambonneaux.

Tandis que les corrosions déforment, et souvent d'une façon presque méconnaissable, les larmes, elles accentuent parfois la forme des poires (Pl. I).

Les dimensions maximums du plus gros échantillon que j'ai étudié sont les suivantes : longueur totale, $6^{m},5$; queue, $0^{cm},2$; gibbosité, 5 centimètres et 1 centimètre (épaisseur).

Les particularités de formes des larmes et des poires sont comparables à celles que présentent, en se solidifiant, des portions de verre fondu tombant en chute verticale (fig. 37 à 43), alors qu'elles possédaient une fluidité encore grande (Cf. p. 209).

On a vu plus haut que larmes et poires renferment parfois de larges bulles gazeuses (Lang-Bian, Tan-hai), tout comme les larmes bataviques (fig. 4).

Déformation des poires. — L'aplatissement des poires, dont il a été question plus haut, rappelle celui d'une goutte de verre encore visqueux s'aplatissant sur le sol. Nous allons retrouver plus loin un autre cas de ce genre.

Souvent, dans ces poires aplaties, la queue est rigoureusement parallèle à l'allongement de la pièce (Pl. I, fig. 2) ; elle reste dans le plan d'aplatissement, mais, dans d'autres cas, elle est plus ou moins retroussée vers l'une des faces de cet aplatissement (Pl. I, fig. 1), avec quelquefois une légère tendance à la torsion (Pl. II, fig. 1), ou mieux (fig. 5) une torsion assez énergique. Enfin, j'ai observé un échantillon offrant une exagération de cette disposition ; la queue a subi un retroussement de plus de 90° (Pl. VIII, fig. 4) ; elle est devenue presque perpendiculaire au plan d'aplatissement.

Dans ces divers cas, les choses se passent comme si la queue, ayant été solidifiée avant la gibbosité, avait été attirée par la contraction de la face vers laquelle elle s'infléchit, au moment du refroidissement total de celle-ci.

Les larmes sont assez abondantes au Cambodge, sur le plateau du Lang-Bian et à Tan-hai. Par contre, les belles poires régulières sont exceptionnelles dans les deux dernières régions, et, au Cambodge, je n'en ai observé qu'une seule brisée et corrodée (fig. 11).

On peut dire que, par rapport aux fragments de plus petite taille et moins réguliers ces formes spéciales jouent le rôle des bombes piriformes dans les puys basaltiques, par rapport aux scories qui les accompagnent.

b. — Cornichons.

Les figures 9 et 11 de la planche II représentent l'aspect, assez fréquent, de larmes ou de cylindres recourbés, rappelant la forme de la variété de concombre appelée *cornichon* (petite corne).

c. — Batons.

Je désigne sous le nom de *bâtons* des pièces dont les dimensions atteignent jusqu'à 12 centimètres et qui se distinguent des baguettes non seulement par leur forme, mais par leur défaut d'aplatissement ou leur faible aplatissement (Pl. III, fig. 3). Ils ont souvent une section plus ou moins circulaire, car ils affectent la forme de cylindres, mais ils ne sont pas cannelés.

Certains de ces bâtons sont renflés à leurs deux extrémités, et la forme de certaines pièces n'est pas sans analogie avec celle d'une haltère ou d'une gousse d'arachide (Pl. III, fig. 4) ; d'autres ont une vague ressemblance avec un os long de Vertébré (Pl. III, fig. 2).

d. — Ellipsoïdes.

Il me faut signaler enfin des formes ellipsoïdales, à grand axe, plus ou moins allongé. Les unes diffèrent à peine d'une sphère, les autres ont l'aspect d'un cocon de ver à soie ; il en est enfin qui, par un allongement plus marqué, passent aux bâtons.

Il ne faut pas confondre les pièces de ce genre avec celles dont la forme est déterminée par les cassures secondaires qui seront décrites plus loin.

e. — Sphères et disques.

Sphères. — Les sphères, si fréquentes à Billiton, ne sont pas abondantes en Indochine. Il en existe cependant de forme régulière, notamment à Tan-hai (Pl. V, fig. 1).

Les fragments de bulles, en forme de coquilles, décrits plus haut (Pl. V, fig. 2), sont des débris de boules creuses, pouvant atteindre de grandes dimensions ; elles devaient être très fragiles, ce qui expliquerait pourquoi aucun échantillon n'a été recueilli intact.

Disques. — Plus abondants, un peu partout, sont les *disques* parfois très réguliers ; ils semblent pouvoir être interprétés par l'aplatissement de sphères, avec production de deux surfaces parallèles (Pl. IV, fig. 3) :

Les dimensions de quelques-uns des disques observés oscillent entre 3 et 6 centimètres de diamètre, entre $1^{cm},5$ et $2^{cm},5$ d'épaisseur.

f. — Baguettes et plaques.

Beaucoup plus abondantes que les larmes, les poires et autres formes régulières sont les fragments en forme de *baguettes* ou de *plaques*. Leurs débris constituent la majeure partie des fragments de petites dimensions recueillis dans la région de Dalat.

Les figures de la planche IV me dispenseront d'une longue description. Les pièces qu'elles représentent sont caractérisées par des cannelures dues à des corrosions mettant en évidence, comme on le verra plus loin, une structure interne. Les baguettes, tantôt cylindriques, tantôt aplaties, peuvent être homologuées avec la queue des poires. Fréquemment aussi ces pièces sont creusées de *rigoles* (Pl. IV, fig. 1), rectilignes ou courbes, qui ressemblent à des plaques qui auraient été enroulées partiellement autour d'un axe d'allongement ou encore à de longues bulles allongées qui auraient été ouvertes parallèlement à ce même axe.

Les plaques présentent les mêmes caractéristiques de texture que les baguettes, mais avec un développement marqué, ou très grand, dans une direction transversale à l'allongement.

Il en est cependant, comme celle représentée par la figure 4 de la planche IV, qui ne sont ni cannelées ni striées, et dont une des surfaces d'aplatissement est formée par les parois de très larges bulles étirées et aplaties.

III. — MORPHOLOGIE SECONDAIRE

Deux sortes de déformations ont atteint les tectites : les unes, d'*origine mécanique*, sont des *traumatismes* ; les autres, d'*origine chimique*, sont des *corrosions*.

1. — Déformations d'origine mécanique (traumatismes).

Un fait frappe l'observateur en présence d'une grande quantité d'échantillons de tectites : c'est la rareté des pièces intactes, ou plutôt l'impossibilité de trouver une pièce absolument intacte, du point de vue physique.

Si, au lieu de juger cette question d'après la forme des pièces, on considère l'aspect des surfaces qui les limitent, on arrive à la même conclusion. Toutes les tectites sont superficiellement corrodées, ainsi qu'on va le voir dans le paragraphe suivant, mais ces corrosions présentent des caractéristiques et des intensités différentes conduisant à établir une chronologie dans la production des surfaces qui les présentent.

Prenons tout d'abord les caractéristiques des surfaces que l'on doit considérer comme les plus récentes. Elles diffèrent de celles que l'on peut obtenir artificiellement en ce que

celles-ci ont un éclat vitreux très brillant, alors que les naturelles sont ternes et corrodées.

Ces cassures ont aussi une apparence différente, suivant la forme de la pièce considérée. Si celle-ci a une faible épaisseur, comme dans le cas des plaques, la cassure peut être plate, mais, en général, il n'en est pas ainsi ; elle est conchoïde, c'est-à-dire plus ou moins courbe.

Particulièrement intéressantes sont les cassures des poires et des larmes ; assez rarement, elles ont la forme d'un cône très surbaissé ; le plus souvent, il ne s'agit pas d'une seule cassure conchoïde, mais de deux ou de plusieurs, dont l'intersection n'est pas rectiligne, mais courbe, en forme de cimier de casque ou de quille de bateau, ou encore de pointement trièdre, à silhouette arrondie.

Quand la pièce est allongée, l'ensemble de ses cassures lui constitue des extrémités arrondies, mais, si elle n'est pas allongée, il arrive qu'elle soit limitée dans toutes les directions ou dans presque toutes les directions par de semblables cassures, et elle prend un aspect globuleux (Pl. VII, fig. 5).

Toutes ces particularités des cassures ne laissent pas de doute sur la trempe qu'ont subie les pièces qui les présentent. L'examen optique permet de démontrer la réalité de son existence (Cf. p. 203).

Les figures 1 à 4 de la planche VII montrent un type de traumatisme fréquent dans les poires et les larmes ; celles-ci sont souvent brisées au voisinage du col formé par soudure de la queue et de la gibbosité. L'existence de grosses bulles dans la pièce ne gêne en rien la production de ce genre de cassure (Pl. VII, fig. 3 et 4).

Le fait que les parois des grosses bulles décrites plus haut et les cassures voisines ne présentent jamais que des corrosions légères, alors que les surfaces extérieures des pièces qui les portent sont profondément corrodées, prouve que ces pièces ont été brisées, non pas au moment de leur chute, mais à une période récente. Du reste, tous les modes de cassure qui viennent d'être indiqués ne sont pas anciens ; la surface des pièces qui les présentent est seulement terne et peu corrodée.

M. Hoffet m'a signalé la remarque suivante, qui confirme cette opinion :

« Une observation me paraît indiquer que les tectites éclatent sous l'effet de la chaleur du soleil ; j'ai trouvé, à plusieurs reprises, des fragments séparés seulement par quelques millimètres et se juxtaposant aisément ; ainsi peuvent s'expliquer les surfaces des coins qui s'intersectent suivant des arêtes courbes.

« Ces surfaces, d'abord lisses et brillantes, ne tardent pas à devenir mates et à présenter des marques de corrosion. »

Érosion récente. — Les tectites recueillies dans les graviers du lit des ruisseaux actuels présentent une usure plus ou moins intense qui a atténué ou fait disparaître les particularités décrites plus haut.

Par suite, ces pièces ne présentent aucun intérêt, et je les ai systématiquement éliminées.

2. — Déformations d'origine chimique (corrosion).

On vient de voir que toutes les tectites ont leur surface plus ou moins couverte d'ornements en creux ; celles d'Indochine sont particulièrement intéressantes, à ce point de vue

Cette question des ornements des tectites des gisements anciennement connus a fait couler des flots d'encre. C'est elle qui avait, en partie, conduit M. Frank E. Suess à l'hypothèse de l'origine extra-terrestre. Je reviendrai plus loin sur ces discussions. Mais je dois indiquer, dès à présent, que les vues exposées par M. Van der Veen sur les ornements des billitonites et des moldavites me paraissent s'appliquer à celles d'Indochine. Je suis d'accord avec lui pour ne voir dans ces ornements que le résultat de corrosions chimiques.

Les observations suivantes me semblent sans réplique. Le gisement en place des tectites d'Indochine se trouve dans des alluvions essentiellement constituées par des grains de quartz, c'est-à-dire par un minéral plus dur que les tectites elles-mêmes. Or jamais une tectite recueillie en place, dans ces alluvions, ne présente trace d'usure ; l'examen des figures de la planche X est, à ce point de vue, impressionnant. On y voit des lames devenues tellement minces que leurs bords sont tranchants, hérissés de fines aspérités, extraordinairement aiguës, que le moindre choc met en pièces. Il est donc impossible d'échapper à la conclusion que ces échantillons ont été corrodés et en quelque sorte partiellement dissous, *in situ*.

De semblables apparences sont obtenues dans le laboratoire en chauffant dans l'acide fluorhydrique des fragments de tectites de même forme que celles en discussion et en suivant leur dissolution progressive.

Parmi les tectites de l'île Tan-hai, j'ai trouvé de petites pièces allongées, creusées de cavités très profondes si nombreuses que la pièce a été transformée en un squelette membraneux et fragile, à parois tellement minces qu'elles sont transparentes et d'un jaune brunâtre,

On peut classer les ornements de corrosion en deux groupes : le premier est en relation avec les particularités de texture étudiées plus haut ; le second est sans rapport avec elles.

a. — Corrosions liées a la texture.

Le magma fondu, aux dépens de quoi se sont produites les tectites, devait être très visqueux. En effet, suivant les cas, elles présentent un étirement dans une seule direction ou bien des traces de mouvements plus ou moins compliqués, tels ceux que l'on voit parfois dans les verres volcaniques, mais qui ont été particulièrement intenses dans une masse de volume peu considérable portée à une haute température et animée d'un mouvement rapide.

Les traces des deux types de mouvements ne sont pas visibles sur une cassure fraîche, qui pourrait faire penser à une texture homogène, mais elles apparaissent avec une grande netteté sur les surfaces naturelles grâce à la présence de ce que j'appellerai des *cannelures* et des *plissures*.

Cannelures. — Ce mode de corrosion est lié aux phénomènes d'étirement. Il consiste en cannelures rectilignes, continues sur une plus ou moins grande longueur ou bien discontinues. En tout cas, elles donnent à la surface de la pièce une apparence de fibrosité ou de bacillarité. Elles ne font, d'ailleurs, qu'accentuer la texture étirée du verre. Les diverses bandes de ce verre étiré, un peu hétérogène physiquement plus que chimiquement, présentent une résistance inégale à l'action des agents chimiques de corrosion ; elles ont été attaquées inégalement. On sait que, pour la même raison, dans les verres volcaniques, toutes les discontinuités internes deviennent apparentes sur les surfaces exposées à l'air, alors qu'elles sont invisibles sur une cassure fraîche

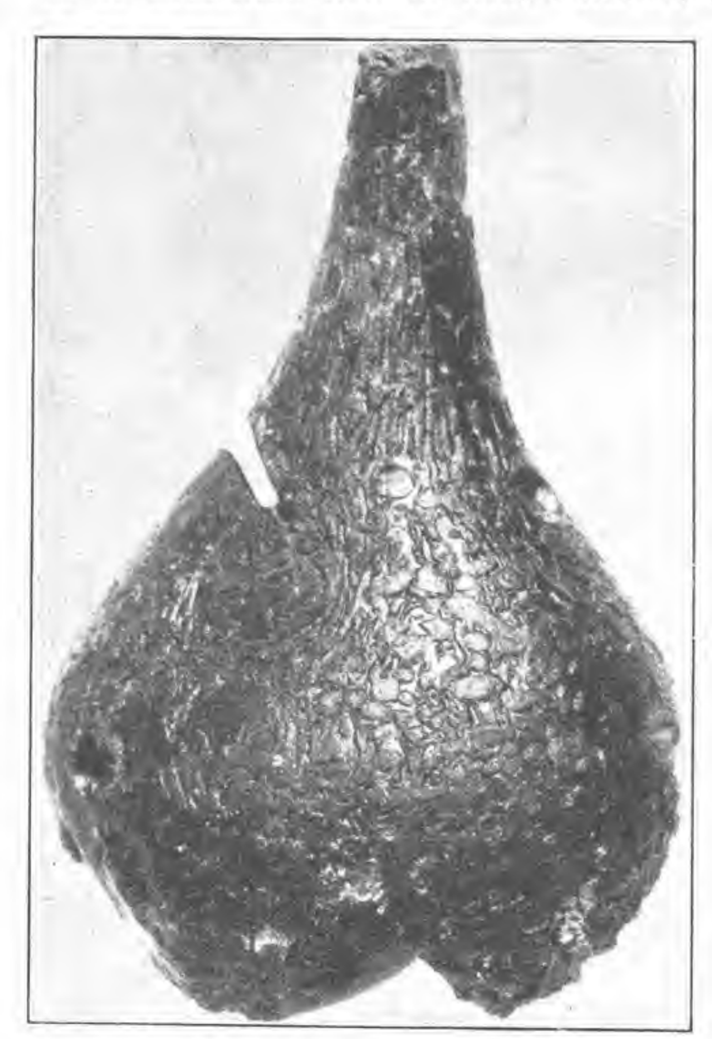


Fig. 6. — *Poire* de Tan-haï, avec stries d'étirement et aires de calme (1).

De telles cannelures parallèles s'observent sur les baguettes, sur les bâtons, sur les plaques allongées. Sur les larmes, elles sont parallèles à la génératrice de la surface (Pl. XII, fig. 4) ; très marquées à l'extrémité supérieure, mince, elles vont en s'atténuant, puis disparaissent vers l'extrémité inférieure, la plus renflée de la pièce.

Il en est de même pour les poires ; très nettes sur leur queue, les cannelures s'irradient à la surface supérieure de la gibbosité pour disparaître à sa partie inférieure ; lorsque la queue a subi un retroussement, elles l'enregistrent ; la figure 1 de la planche I représente un cas de ce genre.

Ces cannelures sont particulièrement nettes sur les plaques et autres pièces étirés (Pl. IV, fig. 2).

Sur les pièces renfermant de grosses bulles et sur les baguettes creusées de couloirs, les cannelures suivent les inflexions des bords des cavités.

Plissures. — La corrosion met en évidence toutes les modalités compliquées des mouvements de plissement, de remous, de production d'anticlinaux et de synclinaux aigus ou obtus, des courants souvent compliqués déterminés dans la masse fluide par les mouvements auxquels elle a été soumise. Sur le bord des rigoles, des bulles étirées, les plissures sont parallèles aux parois des cavités et en suivent tous les accidents.

(1) Cette pièce est celle représentée par la figure 3 de la planche I, mais l'éclairage est différent.

Parfois, dans ce milieu, tourmenté de cannelures et de plissures, apparaissent des aires de calme, circulaires ou elliptiques (Pl. VIII, fig. 1, 2, 4), qui correspondent, sans doute, à des parties déjà consolidées entraînés par des portions encore visqueuses.

La surface de la poire représentée par la figure 6 (p. 170) et par la figure 3 de la planche I donne un exemple de ces particularités. On constatera que la surface de toutes ces aires de calme est sur le même plan et que certaines d'entre elles supportent de petits bourgeonnements rappelant ceux du verre de Darwin. Elles correspondent sans doute à une pellicule superficielle prématurément consolidée, alors que le reste de la pièce était encore assez fluide pour continuer à s'étirer. Suivant cette hypothèse, cette pellicule aurait été rompue au cours de cet étirement, mais serait restée à la surface du verre encore à haute température, mais trop visqueux pour que les portions solidifiées aient pu s'y enfoncer.

Dans les essais de fusion dont il est question page 208, nous avons observé quelque chose d'analogue. Vers 1 100° C., l'échantillon de tectite se couvre d'une mince pellicule d'oxydation opaque et brune, puis, lorsque la température augmente, l'allongement de la pièce s'accélère, la pellicule se disloque, se morcelle, se transforme en îlots que charrie le verre noir étiré, non oxydé, sous-jacent.


Fig. 7. — Plissures mises en évidence par une attaque à HF. (Gross. : 3.)

Toutes ces particularités sont facilement mises en évidence par l'action de l'acide fluorhydrique sur des fragments de tectites préalablement débarrassés de leur partie superficielle, afin d'éviter l'influence des corrosions naturelles. J'ai fait multiplier ces expériences par un de mes élèves, M. Pavlovitch, en employant l'acide concentré et bouillant ; il a obtenu l'apparition des plissures représentées par la figure 7.

Il est à remarquer que cette attaque violente et rapide donne à la pièce l'aspect brillant des billitonites de Billiton ; il semble donc que, dans ce gisement, les corrosions se poursuivent actuellement avec plus d'activité qu'en Indochine, dont les tectites ont un éclat moindre.

b. — Corrosions indépendantes de la texture interne.

Ce type de corrosion est celui qui ne manque jamais ; il présente des modalités diverses et, quand il est poussé très loin, il peut faire disparaître le précédent.

α. — *Corrosions généralisées.*

Il me paraît inutile de compliquer, et ce serait facile, la nomenclature de ces formes de corrosion ; j'y distinguerai seulement des *cupules* et des *gouttières vermiformes*. Sur

toute la surface des tectites indochinoises, quelles qu'elles soient, se voient des figures de corrosion plus ou moins accentuées consistant en cavités hémisphériques. Régulières, si elles sont isolées sur une surface plane ou bombée, une cassure récente par exemple, quand elles sont nombreuses elles interfèrent d'ordinaire avec leurs voisines et couvrent parfois toute la surface de la pièce. Elles sont séparées les unes des autres par des arêtes courbes plus ou moins aiguës. L'aspect des surfaces ainsi corrodées rappelle parfois celui d'une lame de cuivre martelée d'une façon irrégulièrement violente ; c'est le cas fréquent dans les

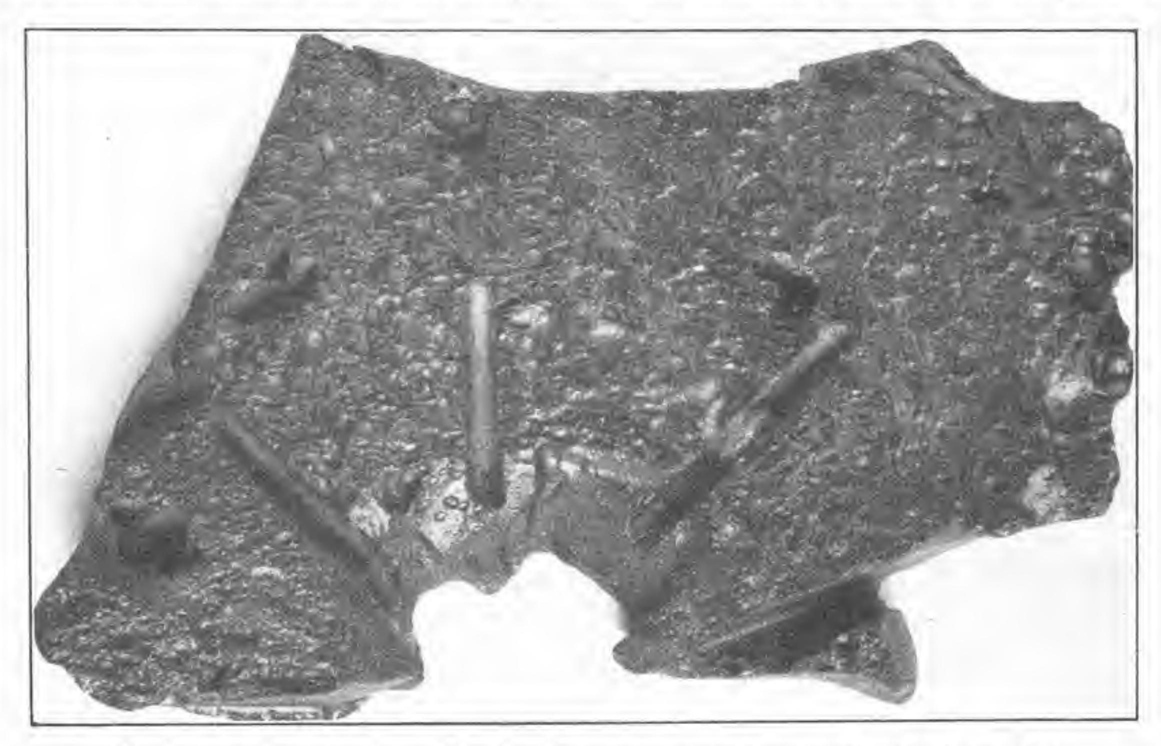


Fig. 8. — *Gouttières* rectilignes à fond uniforme, divergeant d'une cavité profonde. Tan-hai. Le reste de la pièce est couvert de cupules. (Gross. : 2,5.)

tectites du Cambodge. Les planches IX et X montrent les divers aspects de ces cupules recouvrant uniformément la plupart des pièces recueillies au Cambodge.

Toutes les fois que ces cupules sont de dimensions un peu grandes, l'examen à la loupe montre qu'elles sont creusées elles-mêmes de cupules de même forme, mais de dimensions plus faibles (Pl. XII, fig. 1, à gauche et en bas).

Certaines pièces sont creusées de cavités sphériques, larges et profondes, les *tasses*, bien visibles sur deux des poires représentées dans la figure 5 de la planche XI (Lang-Bian). Les tasses sont parfois si régulières qu'elles font penser à de grosses bulles gazeuses ouvertes, mais elles n'ont pas une telle origine, car, si l'on brise la pièce, l'on n'y constate l'existence d'aucune bulle.

β. — *Corrosions localisées.*

Gouttières vermiformes. — Le second type de cavités de corrosion est celui représenté par les figures 1, 2, 3 de la planche XI et par les figures 1, 2, 3, 5 de la planche XII. Ces

cavités allongées, cylindriques, rectilignes ou tordues comme des vers, sont généralement très creuses ; la surface de leur fond est parfois uniforme (fig. 8), mais plus souvent elle est comme annelée (Pl. XII, fig. 5) ; dans ce dernier cas, l'on peut suivre leur production par l'alignement, dans une même direction, de cavités plus ou moins sphériques.

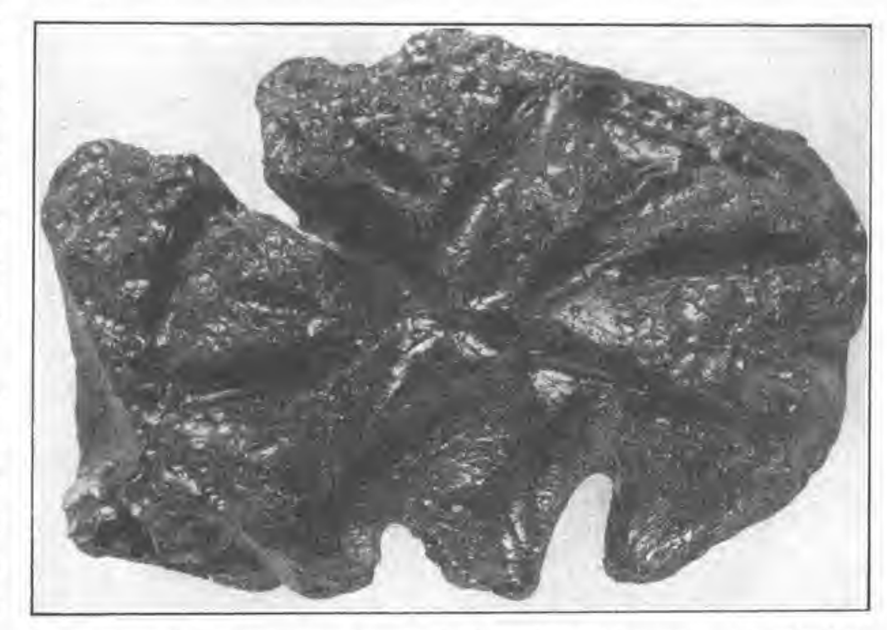


Fig. 9. — Gouttières vermiformes à disposition divergente. Ile Tan-hai. (Gross. : 2,5.)

Quand ces gouttières se superposent aux cannelures, liées à la texture interne, elles sont allongées suivant celles-ci et elles laissent voir souvent la trace de l'étirement du verre sous-jacent. A part ce cas, elles ne sont généralement pas orientées d'une façon régulière. Elles ne présentent pas la disposition transversale à l'allongement de certaines pièces, caractéristique des billitonites de Billiton.

On les voit sur toutes les catégories de pièces : larmes (Pl. XII, fig. 1 et 2), bâtons (Pl. XII, fig. 3), disques (Pl. XII, fig. 5), sphères (Pl. V, fig. 1), plaques (Pl. XI, fig. 1 à 3).



Fig. 10. — Gouttières vermiformes à disposition divergente. Ile Tan-hai. (Gross. : 2,5.)

Parmi les tectites de l'île Tan-hai, j'ai trouvé quelques exemples magnifiques d'une disposition de longues gouttières divergentes. Elles constituent comme un étoilement autour d'un point central, et l'on verra plus loin que ceci peut avoir de l'importance pour leur interprétation (fig. 8 à 10 et fig. 5 de la planche XII).

Corrosions en forme de dômes. — Parmi les tectites de l'île Tan-hai, j'ai rencontré trois échantillons présentant une disposition singulière. Sur une surface bombée ou plate, se voit une cuvette presque entièrement remplie par un petit noyau ellipsoïdal ou circulaire, dont la surface tangente est sur le même plan que le reste de la pièce (Pl. VII, fig. 6 à 8).

Cette disposition rappelle celle d'un dôme remplissant presque un cratère régulier.

Cette apparence m'a rappelé les curieux échantillons que j'ai recueillis (1) dans une dacitoïde vitreuse de Kalgan (Chine septentrionale). Dans une masse vitreuse, apparaissent de petites sphères, ou groupes de sphères, ressemblant à des sphérolites. Au microscope, l'on constate qu'elles sont parfaitement identiques au reste de la roche, dont elles sont simplement séparées par une étroite zone d'altération. J'ai pensé qu'elles sont délimitées par une ancienne cassure perlitique, le long de quoi s'est produit une corrosion chimique. Peut-être s'agit-il là d'un phénomène du même ordre?

c. — Association des deux groupes de corrosion.

Dans une même tectite, l'on rencontre fréquemment l'association des deux types de corrosion qui viennent d'être définis, et cette association peut se faire de deux façons différentes.

Les cupules et les gouttières vermiformes peuvent se superposer aux cannelures liées à la structure interne. Elles se produisent dans celles-ci, et je viens de montrer que le grand axe des canaux vermiformes s'oriente parallèlement à celui des cannelures.

Dans d'autres cas, ces deux types de corrosion sont associés sur une même pièce, mais non pas superposés. C'est ainsi que, sur la figure 1 de la planche I et sur la figure 4 de la planche XII (Lang-Bian), la queue des pièces présente essentiellement le premier type de corrosion, avec seulement quelques cupules superposées, tandis que la gibbosité ne porte que le second type. Une zone mixte montre une disposition intermédiaire.

d. — Dissymétrie suivant les diverses parties d'une même tectite.

Les tectites du Lang-Bian et de Tan-hai pourvues d'un aplatissement (plaques et poires notamment) présentent souvent une remarquable dissymétrie dans la forme et dans la disposition des figures de corrosion sur les deux faces parallèles d'aplatissement.

Dans la figure 1 de la planche I, on voit une poire montrant avec la plus grande netteté des corrosions très intenses liées à la texture interne, avec cupules et cavités vermiformes subordonnées, alors que sur l'autre face représentée par la figure 2 de la même planche, seules subsistent ces dernières, et elles sont plus grandes et plus profondes.

La figure 11 montre les deux faces d'un fragment de poire brisée provenant du Cambodge et présentant des particularités de même ordre (Voir aussi les figures 6 et 7 de la planche VIII).

Cette différence me paraît due à la disposition de la pièce dans l'alluvion où elle a été corrodée. La partie la moins atteinte est toujours celle vers quoi la queue est retroussée ; en me basant sur l'argument donné plus haut, je considère celle-là comme étant la face supérieure, mais je dois reconnaître que je n'ai pas d'observations directes pour appuyer cette hypothèse.

(1) A. Lacroix, La composition minéralogique et chimique des roches éruptives et particulièrement des laves mésozoïques et plus récentes de la Chine orientale (*Bull. Geol. Society of China*, Peking, VII, n° 1, 1928, p. 28).

Une semblable dissymétrie s'observe aussi sur les plaques : la figure 4 de la planche IV et la figure 3 de la planche XI représentent un cas de ce genre ; on remarquera, dans la figure 3, les gouttières vermiformes très nombreuses alignées le plus souvent suivant l'allongement de la pièce en relation avec la direction d'étirement (Tan-hai).

e. — Continuité de l'action corrosive.

La comparaison de la surface initiale des pièces à formes régulières et des divers types de cassures décrits plus haut montre qu'il est possible d'établir une chronologie parmi leurs divers types de corrosion. Leurs cupules ne diffèrent les unes des autres que par l'intensité du phénomène qui les a produites. Elles existent seules sur les surfaces des cassures les plus récentes ; elles sont souvent isolées et régulièrement hémisphériques, parfois même elles ne sont visibles qu'au microscope ; ce sont ces corrosions de très petite taille qui font perdre leur éclat aux parois des grosses bulles.

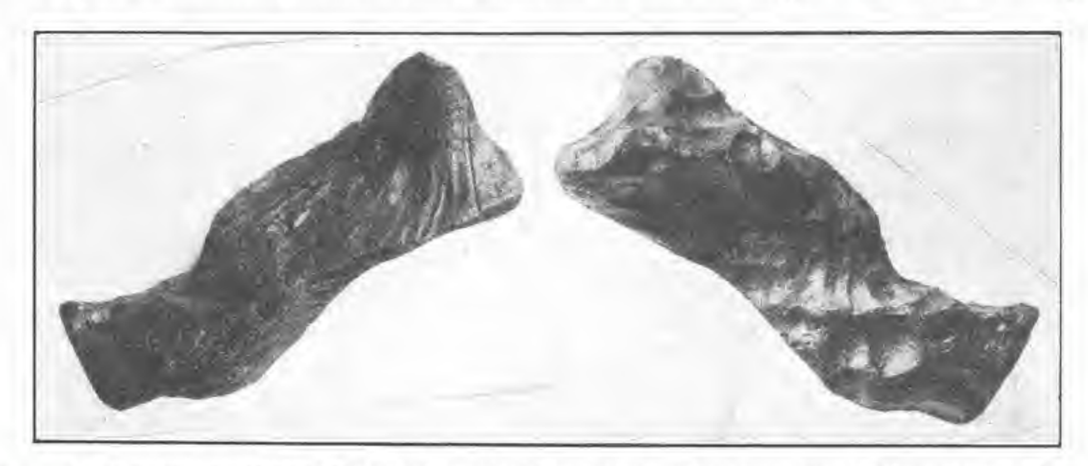


Fig. 11. — *Poire* aplatie et brisée (Cambodge) montrant sur ses deux faces une grande dissymétrie de corrosion : à gauche, les *cannelures* en relation avec l'étirement ; à droite, des *cupules*. (Gross. : 1,4.)

Par contre, lorsqu'elles ont de grandes dimensions, elles renferment des cupules de même forme, mais plus petites, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, de telle sorte qu'il existe plusieurs étages de cupules de plus en plus petites.

B. — LES TECTITES DES AUTRES RÉGIONS DE L'EXTRÊME-ORIENT

I. — ILE HAI-NAN

Les quelques échantillons de la vallée de Hai-kao que j'ai examinés sont des sphères et des ellipsoïdes ; par leur forme et leurs corrosions, ils ne diffèrent pas des échantillons similaires de Tan-hai.

II. — BILLITON

Formes. — Les tectites de Billiton sont les seules qui aient été étudiées en grand détail, à l'aide d'un nombre notable d'échantillons. Les descriptions et les belles planches données par Verbeek, Krause, par MM. F.-E. Suess, Wing Easton et Van den Veen sont très démonstratives. Les nombreux échantillons de sa collection que M. Wing Easton a bien voulu me communiquer et la douzaine d'échantillons que j'ai réunis au Muséum me permettent, en outre, de comparer plus fructueusement ces tectites à celles de l'Indochine et de montrer l'analogie de leurs formes, ainsi que leurs corrosions.



Fig. 12. — Sphère. Billiton. (Gross. : 2.)

Il semble qu'à Billiton les formes dominantes soient les sphères (fig. 12), puis les ellipsoïdes. Mais on trouve aussi des bâtons cylindriques, parfois renflés à leurs deux extrémités. Les larmes paraissent plus rares et plus trapues que celles du Lang-Bian (fig. 13, 14) ; elles rappellent celles de Tan-hai représentées par la figure 4 de la planche II et la figure 3 de la planche VIII.

Les fragments avec grosses bulles paraissent tout à fait exceptionnels. J'ai une lentille rappelant les australites privées de leur anneau.

Je n'ai rien vu de décrit qui rappelle les baguettes, les plaques, les poires des tectites de l'Indochine.

Les billitonites sont noires ; j'ai indiqué que leur surface est bien plus éclatante que la moyenne des tectites indochinoises.

Corrosions. — Des corrosions, en rapport avec la texture étirée du verre, sont visibles sur certaines billitonites ; elles constituent les rainures et les tuyaux (*growes* et *funnels* des auteurs précités). Elles ne diffèrent pas de celles des tectites de l'Indochine, mais elles paraissent y être moins fréquentes et moins profondes, en raison de la rareté ou de l'absence des types de formes qui les présentent surtout en Indochine. Il faut noter la torsion de la figure 13.



Fig. 13 et 14. — *Poires.* Billiton. (Coll. Wing Easton.)

Plus fréquentes sont les corrosions, sans relations apparentes avec la texture étirée du verre.

Des figures qui ne manquent jamais sont celles ouvrant la plus grande partie de la surface des pierres, ce que M. Wing Easton appelle le fond (*background*) ; il y distingue les *pores*, les *pittings* et les *cups*, qui, aux dimensions près, sont assez semblables, et dont j'ai désigné l'ensemble sous le nom de *cupules* (et

exceptionnellement de *tasses*). On y rencontre les mêmes types qu'en Indochine, aussi ne les ai-je pas représentés ici.

Sur ce fond, apparaissent des corrosions plus importantes, plus grandes, plus profondes, et qui donnent leur physionomie spéciale aux billitonites. Il faut signaler tout

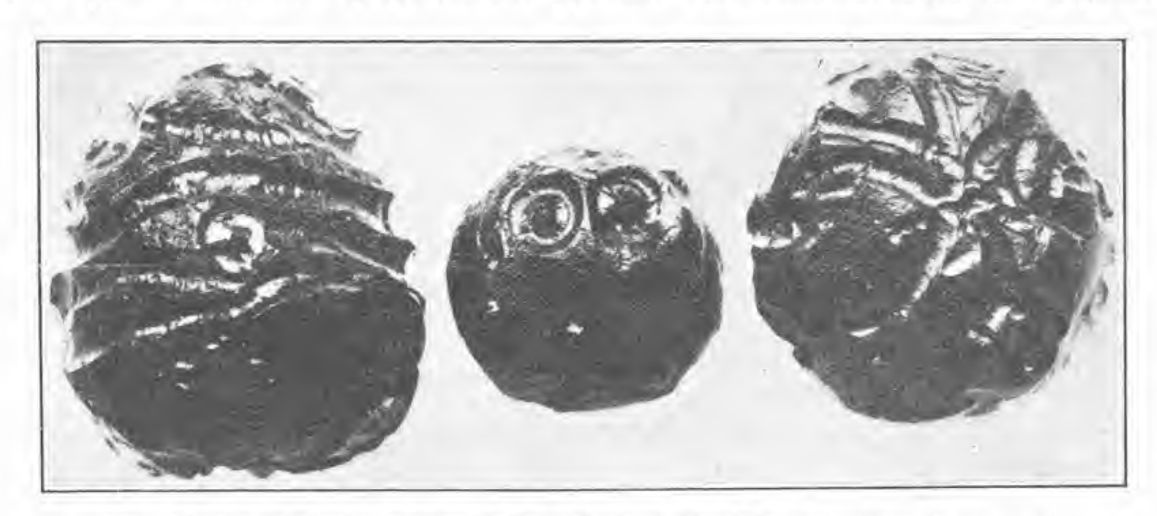


Fig. 15 à 17. — Billitonites. Billiton (Collect. Muséum). Nombrils et gouttières. (Gross. : 1,6.)

d'abord les gouttières (*gutters*), plus ou moins vermiformes, analogues à celles de l'Indochine ; leur section a la forme d'un U et non d'un V, comme celle des rainures. Elles sont plus fréquentes, plus variées d'aspect peut-être, qu'en Indochine (fig. 12, 14, 15 à 17), au lieu d'être distribuées sans ordre ; elles sont fréquemment orientées plus ou moins perpendiculairement à l'allongement des pièces (fig. 14 et 15).

Un second type de corrosion, bien caractéristique des billitonites, est constitué par les *nombrils* (*navels*), consistant en une cavité, à section circulaire, au milieu de quoi se dresse un petit piton dont le sommet ne dépasse pas les bords de la cavité (fig. 15, 16) ; les nombrils se voient particulièrement sur les faces courbes, à l'extrémité des pièces allongées, rarement sur les surfaces cylindriques.

D'après les auteurs précités, ils n'accompagneraient pas, d'ordinaire, les gouttières, de telle sorte que souvent ces deux types de corrosion sembleraient se remplacer mutuellement, mais il n'en est pas toujours ainsi (fig. 15).



Fig. 18 et 19. — Billitonite. Billiton (Collect. Muséum). A gauche, fragment irrégulier, avec fente béante ; à droite, boule avec table. (Gross. : 2,3.)

Je n'ai pas rencontré de nombrils dans les tectites d'Indochine, mais peut-être faut-il leur comparer ce que j'ai appelé les corrosions en dômes ; elles en diffèrent par leurs grandes dimensions et parce que la rainure qui sépare le dôme des parois de la cavité est étroite,

tandis que, dans les nombrils, c'est la cavité qui domine et le piton qui est très réduit.

Un dernier type de corrosion des billitonites est fort pittoresque ; il est constitué par les *tables*. La surface d'une pièce, généralement globuleuse, est profondément entaillée par une érosion qui a laissé intacts une sorte de *pied*, supportant une *table* (fig. 19). L'ensemble des tables d'une même billitonite, quand il en existe plusieurs, représente les restes d'une ancienne surface de la pièce à un stade moins avancé de corrosion. Parfois, la table a disparu, et il ne reste que son pied.

Comme en Indochine, la surface des fractures naturelles récentes des billitonites ne présente que des corrosions faibles, et ce sont celles du *background*.

La figure 18 représente un échantillon polyédrique limité par des cassures présentant des fissures béantes dont le fond offre les particularités des gouttières vermiformes.

III. — MALAISIE

La plupart des tectites de Malaisie ont de 2 à 3 centimètres de diamètre et offrent la plus grande analogie avec celles de Billiton. Je donne, dans la figure 20, la photographie d'un échantillon, provenant de la vallée de Blat, que m'a remis M. Scrivenor. On y voit des traces de nombrils et des gouttières vermiformes, malheureusement atténuées, car l'échantillon a été roulé.



Fig. 20 et 21. — Tectites de Malaisie. Tahang. A gauche, avec gouttières (grandeur naturelle) ; à droite, sphère avec grosse bulle (échantillon Damour), section diamétrale. (Gross. : 0,5.)

D'autres pièces que je dois à M. Wilbourne présentent les mêmes particularités, mais leur surface intacte a le même lustre que les tectites de Billiton.

Tout autres sont les deux sphères dont il a été question page 158 ainsi que l'échantillon remarquable décrit en 1844 par Damour, sous le nom d'*obsidienne explosive de l'Inde*, et dont la Collection du Muséum possède le sosie (fig. 21).

D'après la description de M. Scrivenor, ses deux échantillons sont parfaitement sphériques et pèsent respectivement 464 grammes et 316 grammes. L'un d'eux a été scié et montre à son centre plusieurs bulles de dimensions notables semblables à quelques-unes de celles des tectites de l'Indochine.

Quant à l'échantillon de Damour, il a une histoire, à la fois plus lointaine et plus complexe. Damour l'avait acheté à un antiquaire de Paris, avec l'Inde comme indication de provenance. Le prenant pour une obsidienne, il voulut le faire scier en deux parties : pendant l'opération, la pièce éclata violemment, en se divisant en menus fragments.

L'échantillon qu'il m'a remis, il y a plus de trente ans, me fut donné par mon vieux

maître, à la condition qu'une expérience serait faite exactement dans les mêmes conditions que la sienne. Parfaitement sphérique, ce spécimen mesure 8 centimètres de diamètre et, à l'état intact, il pesait plus de 750 grammes ; c'est certainement le plus grosse tectite qui ait été étudiée.

Pour le sciage, j'avais pris des précautions afin d'éviter le morcellement qui avait été fatal à l'échantillon de la première expérience. Je l'avais fait fixer avec de la résine dans deux calottes sphériques en fonte, dont l'une était maintenue fixe à l'aide d'un étau. Lorsque le fil d'acier utilisé pour l'opération est parvenu à 4 millimètres de la surface, la partie libre a été projetée violemment au loin, mettant en évidence une cavité sphérique unique, aux parois éclatantes, disposée excentriquement (fig. 21) et qui n'avait pas encore été atteinte par le fil ; elle mesure 6 centimètres de diamètre. Les précautions prises ont donc évité l'émiettement de l'échantillon qui a été très fissuré et dont la rupture a été déterminée plutôt par la tension des gaz remplissant cette bulle à paroi éclatante que comme conséquence de l'état de trempe.

L'extérieur de cet échantillon est identique à celui des deux sphères de M. Scrivenor ; on y distingue quelques cupules déformées et usées par érosion. Il est vraisemblable que ces trois tectites proviennent de la même région (Kelantan).

IV. — PHILIPPINES

Les tectites que je dois au R. P. Selga consistent en un fragment, sans forme régulière, détaché d'un morceau de plus grandes dimensions, et en deux pièces ellipsoïdales pesant respectivement 34 grammes (33 × 28 mm.) et 25 grammes (33 × 25 mm.).

Leur surface est couverte de cupules, tantôt isolées les unes des autres, et alors régulièrement hémisphériques, tantôt coalescentes. Il existe aussi quelques gouttières vermiformes. Le plus gros échantillon porte une de ces gouttières, dont la disposition est presque équatoriale ; elle est contournée en forme de S et très profonde ; elle paraît due à l'agrandissement d'une fissure.

La couleur est noire, d'un brun verdâtre dans les esquilles minces.

V. — ILE BOENGOERAN

Les deux échantillons de tectite de cette île décrits par Krause [**10**] offrent une grande analogie avec ceux de Billiton, dont ils possèdent le vif éclat extérieur. L'un est une sphère creusée de gouttières vermiformes ; l'autre, plus corrodé, supporte plusieurs tables.

VI. — BORNÉO

MM. Krause, Müller et M. Hövig ont décrit les tectites de Bornéo comme rappelant celles de Billiton.

L'un des échantillons que je dois à M. de Jongh a été monté sur argent par des indigènes et utilisé comme amulette (fig. 22) ; sa surface est creusée de cupules plus ou moins hémisphériques.

L'autre, plus petit, était la moitié d'une pièce sphérique, portant des cupules moins marquées ; il m'a servi à la mesure de la densité et des indices donnés plus loin, puis il a été sacrifié pour l'analyse chimique.

VII. — JAVA

Des deux tectites du mont Moeriah décrites par Verbeek, l'une, qui a servi d'amulette, est d'un jaune clair et translucide ; elle a été taillée à facettes et ne possède plus de faces originelles. L'autre, noire, n'a été taillée que partiellement et présente, sur une partie de sa surface, des sculptures rappelant celles des billitonites.



Fig. 22. — Tectite (avec cupules) de Martapoera (Bornéo) avec monture en argent indigène (amulette). (Gross. : 1,5.)

M. Brouwer a bien voulu me communiquer ces échantillons. Celui qui est jaune clair présente de grosses bulles gazeuses visibles à l'œil nu et d'autres, plus petites, orientées en grand nombre sur divers plans. J'ai donné plus loin les constantes physiques de ces deux échantillons.

C. — COMPARAISON ENTRE LES TECTITES DES DIVERSES RÉGIONS DE L'EXTRÊME-ORIENT

La comparaison de la morphologie des tectites de l'Indochine française et de celles des autres régions de l'Extrême-Orient, Chine, Malaisie, Insulinde, doit être limitée à des généralités, en raison de la trop grande disproportion existant entre la quantité des matériaux étudiés pour chacune d'entre elles.

Tandis que j'ai en mains plusieurs milliers d'échantillons recueillis en Indochine, le nombre de ceux décrits par l'ensemble des auteurs cités plus haut et par moi-même se limite à quelques centaines de pièces pour Billiton, à quelques unités pour certaines des autres régions (Bornéo, Boengoeran, Java). Il n'est donc pas étonnant que l'Indochine se montre particulièrement riche en formes, mais il n'est pas certain que cette différence soit réelle ; elle pourrait résulter simplement d'un manque d'information pour les autres pays.

Formes. — Les formes dominantes aux Philippines, à Boengoeran, à Bornéo, à Java, en Malaisie, ne diffèrent pas de celles recueillies à Billiton et se trouvent aussi en Indo-

chine ; je veux parler des sphères, des ellipsoïdes. Il faut noter qu'en Malaisie ont été trouvées des sphères d'une grosseur exceptionnelle (Kelantan).

Les formes les plus caractéristiques en Indochine sont les poires, les larmes, et les lames, les cornichons, les bâtons, les disques; mais ces mêmes types ne sont pas tous absents à Billiton, ainsi qu'en témoignent les figures 1, 2, 3, 5 de la planche I du mémoire de M. Wing Easton, seulement elles semblent y être exceptionnelles.

Parmi les gisements indochinois, le plateau du Lang-Bian et l'île Tan-hai se font remarquer par les débris d'énormes bulles gazeuses de plusieurs centimètres de diamètre ; elles étaient primitivement englobées dans des larmes ou des poires et aussi des sphères de très grandes dimensions. On a vu plus haut que de telles bulles ont été rencontrées dans trois sphères de Malaisie. La figure 14 de la planche I de M. Wing Easton, les figures 23 *a* et 23 *b* de la planche V de M. Van der Veen font voir, en outre, que, si de grosses bulles sont exceptionnelles à Billiton, elles ne s'y rencontrent pas moins, mais avec des dimensions moindres que dans les gisements indochinois et malais.

J'ai fait remarquer l'extrême abondance, en Indochine, des cassures en forme de casque, de carène, et je les considère comme produites grâce à la trempe du verre ; elles conduisent à la production de pièces d'apparence sphérique. Elles ne manquent pas à Billiton (fig. 4, Pl. I, de M. Wing Easton, le Muséum en possède aussi un spécimen), mais il semble qu'elles n'ont pas la même fréquence qu'en Indochine, à moins que ces cassures, étant plus anciennes à Billiton, leur présence ait été masquée par l'intensité des corrosions.

Dans l'ensemble, l'on peut donc considérer qu'il y a une grande analogie, et souvent même identité, dans les formes primaires des tectites de tout l'Extrême-Orient.

Corrosions. — Partout les tectites sont corrodées et qualitativement de la même façon, ce qui s'explique par la similitude de leur composition chimique et l'analogie du climat de l'ensemble de la région considérée, analogie qui ne date pas d'hier.

Il semble que la production des gouttières ait été plus générale, et souvent plus intense, à Billiton qu'en Indochine, et que la disposition transversale de leur allongement y soit aussi plus fréquente, mais c'est là une question de quantité et non de qualité.

Seule la production des *tables* et des *nombrils* semble être une spécialité de l'Insulinde.

Peut-être les gisements du Lang-Bian et de Tan-hai doivent-ils leur richesse en tectites, à formes primitives conservées non seulement à leur situation géographique qui a limité le transport dans les alluvions et, par suite, réduit les causes de modification de ces formes par érosion, mais aussi à des conditions physiques qui ont rendu la corrosion moins intense.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que partout ces corrosions se sont produites en place, dans les alluvions où sont recueillies les tectites. La fraîcheur de leur ornementation délicate exclut tout autre hypothèse. En effet, toutes les fois qu'on les rencontre dans les graviers roulés par les rivières actuelles, leur ornementation est défraîchie ou même a disparu ; le phénomène de corrosion ne se produit donc plus actuellement, ou tout au moins il n'est plus assez rapide ni assez intense, pour pouvoir faire disparaître les traces d'usure.

Dans toute l'étendue de la zone intertropicale considérée, le phénomène de corrosion est indépendant de la latéritisation qui a fait disparaître dans les roches silicatées alumineuses les éléments caractéristiques de la constitution chimique des tectites. J'ai montré plus haut comment celles-ci supportent souvent des concrétions ferrugineuses latéritiques remplissant leurs cavités de corrosion; celle-ci sont par conséquent plus anciennes.

En résumé, dans leur plus grande généralité, les phénomènes de sculptures des tectites ont été du même ordre dans tous les gisements de l'Extrême-Orient, mais ils n'ont pas été réalisés partout avec la même vigueur.

On trouvera plus loin l'exposé d'interprétations différentes de celle que j'ai donnée et d'autres explications sur ces dernières.

III

LE MODE DE GISEMENT ET LA MORPHOLOGIE DES TECTITES EN DEHORS DE L'EXTRÊME-ORIENT

Les deux régions où les tectites sont le plus anciennement connues sont, d'une part, la Moravie et la Bohême, et de l'autre l'Australie et la Tasmanie.

Leurs tectites ont été si souvent et si bien décrites qu'il me paraît superflu de résumer encore une fois les travaux antérieurs publiés à leur sujet et surtout d'en entreprendre une nouvelle étude, d'autant plus que le nombre des échantillons que j'ai entre les mains est peu considérable. Je me bornerai donc à un court exposé, limité à ce qui est indispensable pour leur comparaison avec les tectites d'Extrême-Orient.

A. — **AUSTRALIE-TASMANIE**

I. — AUSTRALITES

R. H. Walcott a donné [**31**] un historique très complet des travaux effectués avant 1898 sur les tectites australiennes.

A Charles Darwin est due (1) la première mention, en 1851, de ces tectites recueillies par un voyageur entre les rivières Darling et Murray ; il a cherché à interpréter leur origine, mais c'est Walcott qui, dès 1898, en a donné une première description détaillée, complétée, peu après, par celles de M. Frank E. Suess [**23-24**], puis de M. E.-J. Dunn [**3-5**].

a. *Gisements.* — Les australites ont une très large distribution. De nombreux gisements se rencontrent suivant une direction Est-40° Sud-Ouest-40° Nord : en Tasmanie et particulièrement dans sa partie septentrionale ; en Australie, dans Victoria, le New-South-Wales, l'extrémité méridionale du Queensland, l'Australie méridionale, centrale et occidentale (notamment dans les districts aurifères de Coolgarlie, Kalgoorlie, etc.).

La plupart de ces gisements, échelonnés sur plus de 3 000 kilomètres, se trouvent au sud du Tropique du Capricorne.

Les tectites en place y gisent dans des alluvions anciennes.

(1) Charles Darwin, *Geological Observations on Coral Reefs, Volcanic Islands, and in South America*, 1851, p. 38-39.

b. *Morphologie.* — Les tectites australiennes ont été décrites sous des noms variés :



Fig. 23. — Australites (Coll. Muséum). (Grandeur naturelle.)

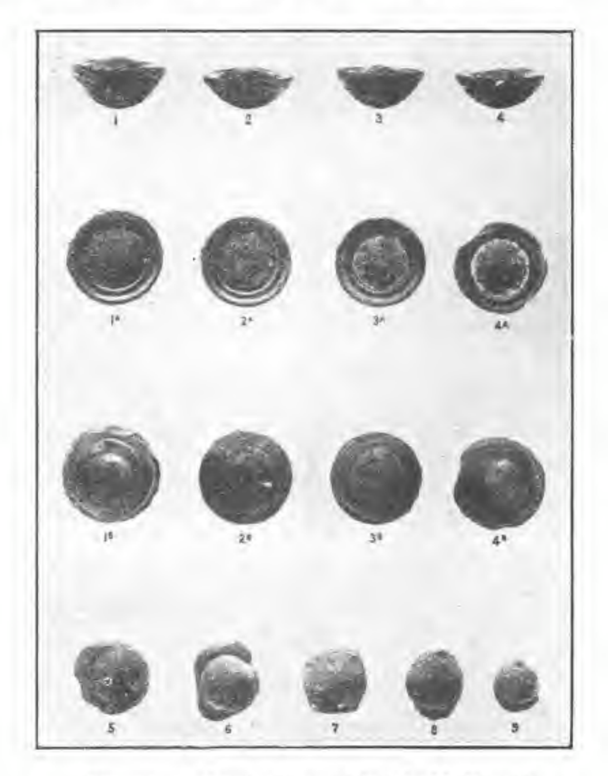


Fig. 24. — Australites. (D'après M. Dunn.)

Obsidian Button, Obsidian Bombe, Obsidianite (Walcott, 1898), *Australite.*

Elles sont remarquables par la grande abondance des formes de rotation très symétriques. Parmi celles-ci, les plus fré-

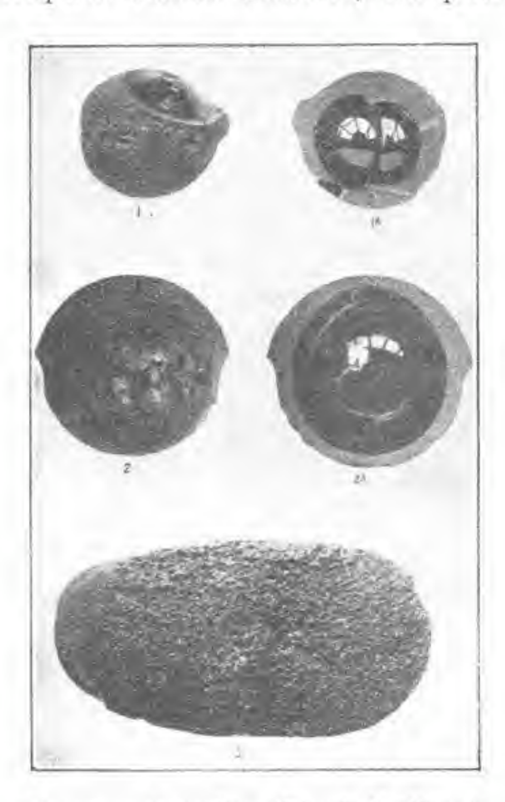


Fig. 25. — Australites. (D'après M. Dunn.)

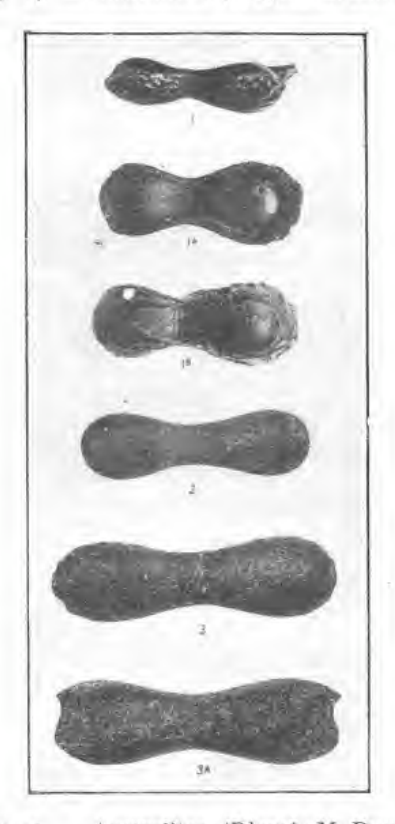


Fig. 26. — Australites. (D'après M. Dunn.)

quentes sont celles de *boutons* formés par la réunion de deux calottes hémisphériques,

Celle qui est considérée comme la face antérieure (fig. 25) est entourée d'un bourrelet qui n'est autre chose que la continuation de la surface de la calotte opposée; on remarquera sur cette face des sillons annulaires très réguliers, ils présentent parfois une disposition en spirale. Il y a ainsi formation d'une cuvette régulière, bien mise en évidence par les figures 23 et 24. Le bourrelet, en forme d'anneau à bords tranchants, est souvent incomplet par traumatisme ; il peut même être détaché complètement et d'une pièce : la tectite présente alors un aspect lenticulaire.

Il faut signaler encore des pièces comparables à celles de l'Indochine ayant la forme de gousses d'arachide ou d'haltères (fig. 26) ; il existe aussi des bâtons et des sphères.

Le plus souvent ces tectites sont formées par un verre noir continu, mais elles renferment parfois de petites bulles ou des bulles peu nombreuses, mais plus grosses, coalescentes ou non. Enfin, il faut signaler le cas fréquent d'une grosse bulle unique, occupant une position centrale; la figure 2 montre son identité avec l'échantillon de Malaisie décrit page 178 (fig. 21).

En général, les australites sont de petite taille, 1 ou 2 centimètres par exemple, ce sont celles que j'ai observées, mais Walcott a décrit des sphères ayant 59 millimètres de diamètre et des bâtons de 90 millimètres de longueur.

Les australites ne présentent pas de déformations mécaniques du genre de celles décrites dans certains pavés d'Indochine.

c. *Corrosions.* — Les australites sont beaucoup moins corrodées que les billitonites et les moldavites, si j'en juge par les échantillons que j'ai examinés. Il semble que cela soit dû, en partie, à des conditions climatiques spéciales de la région située en dehors de la zone intertropicale et aussi à ce que ces tectites ont été souvent roulées après leur extraction de leurs alluvions originelles et usées par des phénomènes d'érosion.

Ces corrosions consistent surtout en cupules hémisphériques, isolées ou enchevêtrées. M. F. Suess a figuré [**23**] un échantillon provenant de l'île Kangoroo, dans lequel ces cupules sont déformées par leur contact mutuel, comme cela est si fréquent en Indochine et dans l'Insulinde : elles portent, en outre, des cannelures centrifuges.

Sur les pièces en forme de gousses d'arachide que je possède (Gippsland), se trouvent des cupules ellipsoïdales, très allongées suivant leur plus grand axe et orientées parallèlement à l'allongement de la pièce, aux extrémités de quoi elles convergent vers un centre situé sur le prolongement de l'axe de symétrie.

La structure étirée du verre des australites est souvent mise en évidence par des corrosions naturelles. M. Dunn a publié de fort belles planches montrant cette même structure révélée par l'action de l'acide fluorhydrique ; elles font voir que, dans les boutons, le bourrelet n'a pas la même couleur que la partie principale de la pièce et que le verre, plus visqueux, y a subi des contorsions plus intenses.

II. — LE VERRE DE DARWIN (QUEENSTONITE)

a. *Gisements.* — Vers 1910, ont été découverts sur la côte occidentale de Tasmanie, sur le Ten Mile Hill (Est de Macquerie Harbour et Ouest et Nord des monts Darwin et Jukes), d'innombrables petits fragments rappelant les tectites, mais se distinguant des australites

de Tasmanie par leur aspect et leur composition chimique. Ils sont désignés par les géologues australiens sous le nom de *verre de Darwin* (*Darwin Glass*) et par M. Frank E. Suess sous celui de *Queenstonite*.

Fig. 27. — Verre de Darwin. (Grandeur naturelle.)

Ils se rencontrent (1) dans une étroite zone de quelques milles de longueur, à des altitudes variant entre 246 et 376 mètres. Le gisement en place se trouve sous une couche de tourbe d'âge postglaciaire et à la surface, suivant les points considérés, soit d'un conglomérat de grès ou de quartzites, soit d'un calcaire silurien. Là où la tourbe a été enlevée par érosion, ils apparaissent à la surface du sol, mais le plus grand nombre des échantillons sont recueillis dans les ruisseaux irriguant la région considérée.

Cette localisation si étroite et l'absence d'échantillons au-dessus de la limite supérieure qui vient d'être indiquée ont été expliquées, dans l'hypothèse d'une origine météoritique, par ce fait que le sommet des montagnes et des collines ayant été recouvert, à l'époque quaternaire, par des glaciers et des névés a été protégé par eux contre la chute des tectites ; celles tombées à la surface de la glace, lors de la fusion de celle-ci, ont dû être entraînées plus bas sur les pentes des montagnes.

b. *Morphologie.* — Le verre de Darwin forme de petites gouttes, des larmes, généralement de très petites dimensions, mais il a été rencontré aussi des fragments irréguliers mesurant jusqu'à 6 centimètres sur $2^{cm},3$ et pesant une vingtaine de grammes.

Il s'agit là d'un verre très riche en bulles allongées et parfois parallèles ; plus rarement, elles sont sphériques. Elles sont souvent si abondantes qu'elles donnent aux pièces un aspect scoriacé ou même ponceux. Les formes de ce verre sont fréquemment étirées et tordues, quelquefois repliées sur elles-mêmes. Il leur arrive de supporter des excroissances ayant l'aspect de gouttelettes sphériques, collées à leur surface.

(1) Les fragments de verre de Darwin sont très abondants. Sir Edgeworth David et ses collaborateurs ont signalé que le poids des échantillons ramassés s'élève, par places, à 15 grammes par pied carré.

La couleur est blanche, grise ou d'un vert clair ; certaines pièces sont parfois transparentes ou bien opaques, avec un aspect d'émail.

M. Frank E. Suess [**23**], Loftus Hills [**8**], puis sir Edgeworth David, Summers et Ampt [**2**] en ont donné récemment des descriptions détaillées. La figure 27 représente quelques-uns des échantillons que j'ai examinés.

c. *Corrosions.* — Sans doute en raison de sa composition chimique et souvent à cause de son charriage par les eaux, la surface du verre de Darwin ne présente pas de corrosions régulières, elle est seulement ternie.

B. — TCHÉCOSLOVAQUIE (BOHÊME ET MOLDAVIE)

a. *Gisements.* — C'est dans la partie méridionale du massif primaire de Bohême que, il y a plus d'un siècle, ont été trouvés, pour la première fois, les fragments de verre naturel appelés aujourd'hui tectites. Ils ont été désignés, tout d'abord, sous les noms de *Bouteillenstein,* de *Pseudo-Chrysolit,* à cause de leur couleur verte et de leur transparence, plus tard sous celui de *Moldavit.*

En 1900, M. Frank E. Suess a consacré [**23**] à l'histoire des moldavites, à leur bibliographie, à l'énumération de leurs gisements, à leur description, une monographie, après quoi il reste peu à glaner. C'est dans ce travail qu'il a proposé son hypothèse de la genèse extra-terrestre des tectites qui sera discutée plus loin. Depuis lors, d'autres travaux ont été publiés par M. Frank, E. Suess [**24**] et par d'autres ; le dernier en date, dû à M. F. Hanus, comprend de très minutieuses descriptions dont je n'ai eu en mains que le court résumé en français [**7**].

Les gisements principaux sont groupés dans deux centres distincts, séparés l'un de l'autre par environ 110 kilomètres. L'un, qui est le plus occidental, se trouve en Bohême, sur le bord méridional de la plaine tertiaire de Ceské Budejovice (Budweis), s'étendant au pied du plateau granito-schisteux bohémien. L'autre est situé sur des hauteurs, au Sud et au Sud-Ouest de Trebic (Trebitsch), en Moravie.

D'une façon générale, le gisement originel des moldavites est dans des couches de galets et de graviers, d'âge probablement quaternaire, recouvrant des sédiments miocènes ou les formations cristallines d'un substratum très ancien.

En Bohême, elles sont particulièrement abondantes au milieu de la plaine de Budejovice, dans une zone allongée Nord-Nord-Ouest-Sud-Sud-Est, de 30 kilomètres de longueur. On les recueille le plus souvent soit dans la vallée de la rivière Moldau, où elles ont été entraînées par le ruissellement superficiel, soit éparses dans les champs, mais elles sont aussi recueillies en place, notamment à Radomilice (Radomilitz). On les voit alors dans une couche de sable jaune passant à un conglomérat ayant $0^{m},50$ d'épaisseur et recouvert par une couche stérile de même épaisseur, argileuse à la base, et passant à la terre végétale au sommet.

En Moravie, les gisements de la région de Trebic sont alignés suivant la direction Nord-Nord-Ouest-Sud-Sud-Est de la rivière Iglava, sur une vingtaine de kilomètres, depuis Slavice jusqu'à Dukowan. Les tectites ne s'y trouvent pas dans les rivières.

b. *Morphologie.* — Si j'en juge par les photographies publiées par divers auteurs et par l'examen de plus d'une centaine d'échantillons que je dois à MM. Frank E. Suess, Slavik et F. Hanus, les échantillons roulés, et plus ou moins déformés par érosion, paraissent plus fréquents que dans toutes les autres régions passées en revue plus haut.

L'examen des planches de MM. Suess et Hanus, notamment, permet de reconnaître parmi les moldavites, malgré d'intenses déformations (corrosion, usure), un certain nombre des formes rencontrées en Indochine. Des larmes généralement moins allongées (Suess,

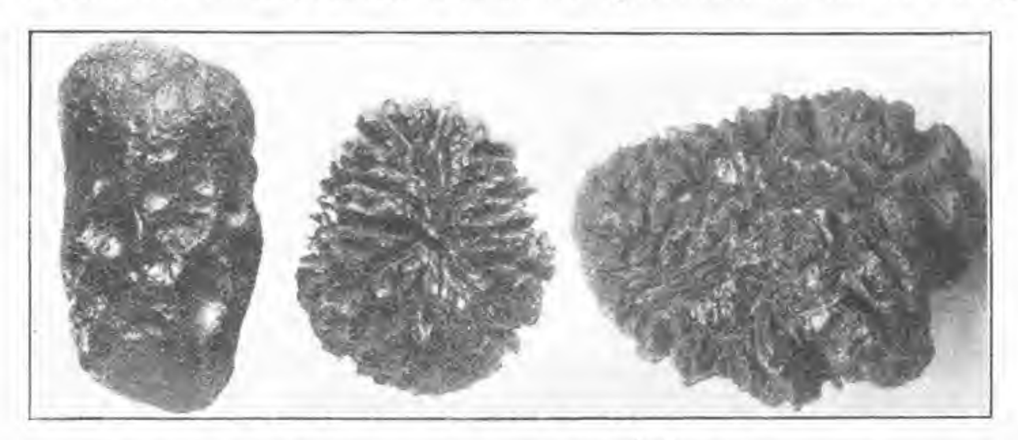


Fig. 28 à 30. — Moldavite (légère réduction). Třebíč (Tschécoslovaquie).

Pl. XIV) ; des ellipsoïdes, parfois peu allongés, ayant la forme d'œuf (Suess, Pl. XIII), des sphères (Suess, Pl. XIII), des disques (1) (Suess, Pl. XII et XV), des plaques (Suess, Pl. XVI), des pièces rappelant des débris de coquilles et enfin des fragments irréguliers (Suess, Pl. XI, fig. 1 et 2).

Les échantillons renfermant intérieurement des bulles ne sont pas absents, mais sont moins abondants qu'à Tan-hai et au Lang-Bian, et ces bulles ne semblent pas atteindre d'aussi grandes dimensions.

La couleur des moldavites est d'un vert-olive, oscillant entre une teinte claire et une teinte foncée : leur transparence parfois parfaite a fait tailler ces pierres comme gemmes, en dépit de leur faible réfringence.

c. *Corrosions.* — Les Moldavites présentent presque toujours des corrosions très intenses, et parmi elles se trouvent des types ne différant pas de ceux des tectites d'Extrême-Orient. Je veux parler des cannelures en relation avec la structure étirée intérieure, puis de divers types de cupules hémisphériques de taille variée (Suess, Pl. XI et XV), isolées ou coalescentes) ; des gouttières vermiformes (Suess, Pl. XII, fig. 1 et 3 ; Pl. XIV, fig. 2 ; Pl. XV, fig. 2), mais elles sont parfois moins allongées que celles d'Extrême-Orient ; des gouttières parallèles entre elles, allongées suivant la direction de l'étirement de la pièce (Suess, Pl. XV, fig. 4).

Mais ce qui caractérise essentiellement les moldavites, ce sont de très nombreuses gouttières vermiformes enchevêtrées, pénétrant profondément dans la pièce, s'entre-croisant, et séparées seulement les unes des autres par des crêtes irrégulières, tranchantes,

(1) Je possède une petite lentille (Koroseky, près de Budejovice) transparente qui, par sa forme, rappelle les boutons d'australite privés de leur anneau.

garnies de pointes aiguës ; elles donnent aux pièces un aspect *haché* (fig. 28 et 29).

M. Frank E. Suess a insisté sur leur disposition liée à la forme des pièces. Dans celles qui sont aplaties, cette disposition est symétrique sur les deux faces principales. Les hachures sont parfois localisées à la périphérie, qui doit à leur présence un contour dentelé ; la partie centrale de semblables moldavites aplaties et allongées peut présenter aussi des cannelures verticales, en partie perpendiculaires à certaines hachures périphériques (Suess, Pl. XVI, fig. 3). Enfin, plus souvent, ces hachures sont seules présentes, et il leur arrive de

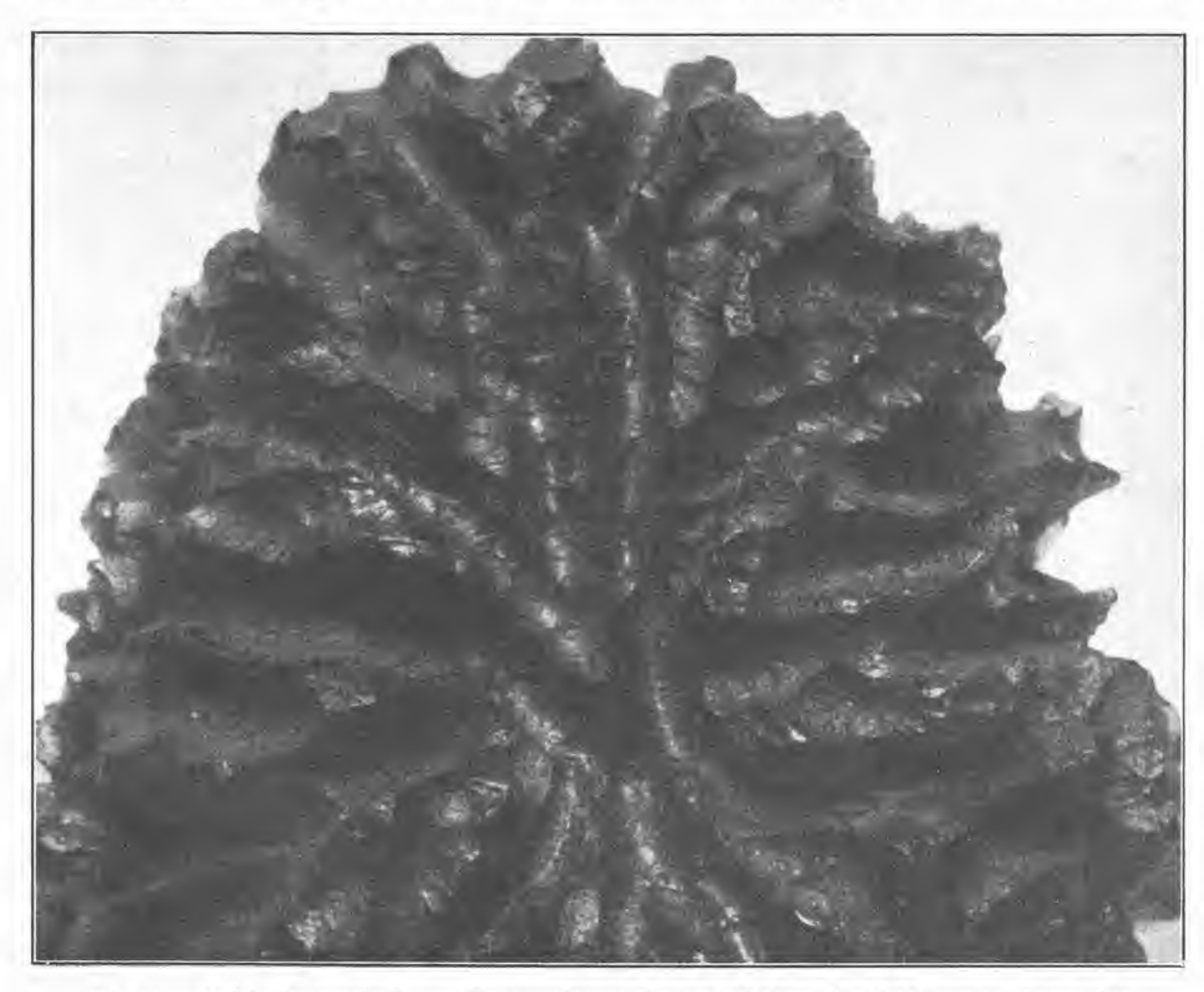


Fig. 31. — Moldavite creusée de *gouttières vermiformes*. Portion de l'échantillon de la figure 29. (Gross. : 4.)

diverger d'un centre (Suess, Pl. XV, fig. 5). Dans aucune autre région, une telle disposition divergente n'est aussi accusée ; j'ai cependant trouvé à Tan-hai quelques pièces montrant une ordonnance qui s'en rapproche, mais avec un enchevêtrement moindre des gouttières.

Ainsi que le montre la figure 31, qui est un agrandissement d'une partie de la pièce représentée par la figure 29, les gouttières constituant ces hachures possèdent les mêmes particularités de forme, de structure, que les gouttières vermiformes de Billiton et d'Indochine ; assez fréquemment, elles ont aussi une surface annelée. Il n'est pas rare de voir au milieu d'elles des cupules hémisphériques très distinctes (Suess, Pl. XV, fig. 5 *b*).

C'est sur cette catégorie de corrosions que M. Frank E. Suess a basé sa théorie cosmique. Il suppose qu'elles sont dues à l'action de la résistance de l'air sur la météorite traversant notre atmosphère avec une vitesse considérable, et il compare ces figures de corrosion aux *piézoglyptes* des météorites en général, à la corrosion d'origine éolienne des pierres du désert, aux corrosions qu'un jet de vapeur d'eau détermine sur une surface de collophane.

Leur analogie, on pourrait dire leur identité de forme, de structure, avec les corrosions des tectites de l'Indochine et de l'Insulinde, est telle qu'il me semble impossible d'admettre pour leur genèse une explication différente. Les crêtes tranchantes, les pointes aiguës des pièces à facies haché impliquent nécessairement une formation *in situ*, et il en est de même *a fortiori* pour les particularités telles que la petite aiguille de l'échantillon représenté par la figure 23 de la planche II de M. Hanus ; elle est la reproduction fidèle de celle des pièces du Cambodge qui se voit sur la figure 3 de ma planche X. Cette manière de voir sera discutée plus longuement dans le chapitre des Conclusions.

Il faut reconnaître seulement qu'en Bohême et en Moravie l'intensité de la corrosion chimique a été souvent particulièrement grande.

IV

COMPOSITION CHIMIQUE

De nombreuses analyses de tectites des gisements antérieurement connus ont été faites et ont été discutées comparativement par les auteurs qui se sont occupés de cette question au point de vue général, MM. Frank E. Suess et H. S. Summers notamment.

Ces analyses mettent en évidence quelques caractères communs à toutes les tectites, de tous les gisements, et qui constituent des propriétés distinctives des verres volcaniques d'origine terrestre.

Pour une haute teneur en silice, qui n'est jamais inférieure à 69 p. 100, la proportion du fer, de la magnésie, de la chaux est élevée, alors que celle en alcalis est faible ; parmi ces derniers, la potasse l'emporte toujours sur la soude. L'alumine libre est constante ; il en résulte que toute la chaux fournie par l'analyse est feldspathisable, de telle sorte que le plagioclase virtuel est riche en molécules d'anorthite, ce qui est à noter, étant donnée la haute teneur en silice. Enfin, il n'existe pas d'anhydride phosphorique, et la perte au feu est extrêmement faible.

Désireux de compléter ces données et de mettre en évidence les relations existant entre cette composition chimique et les propriétés physiques des tectites, j'ai fait faire l'analyse d'échantillons provenant d'Indochine, de Malaisie, de l'Insulinde et même d'ailleurs, car il est nécessaire de n'étudier les diverses propriétés des tectites que sur les échantillons mêmes qui ont été analysés chimiquement.

Je ferai remarquer, en outre, que l'examen des analyses anciennes souvent incomplètes, faites par des chimistes différents et à l'aide de méthodes qui n'étaient probablement pas toujours les mêmes, prouve qu'elles ne doivent pas être employées, autant que possible, pour servir de base à des discussions du genre de celles qui vont être faites plus loin.

Ces données nouvelles sont intéressantes non seulement du point de vue des tectites de l'Extrême-Orient, mais encore du point de vue général.

I. — LES TECTITES DE L'EXTRÊME-ORIENT

A. — INDOCHINE

Les quatre analyses données plus loin ont été effectuées par M. Raoult ; j'ai choisi des échantillons de provenances échelonnées entre les points extrêmes de l'Indochine. Leurs résultats sont tellement analogues qu'il m'a paru inutile de les multiplier.

Les valeurs concernant les alcalis de l'analyse 1 sont un peu différentes de celles que j'ai publiées primitivement ; elles sont le résultat d'une vérification récente.

1. Smach (Cambodge)........ (I) II.3.'3.3.
2. Attopeu (Laos)........ (I) II.3.3.3.
3. Dan-Kia (Annam)........ (I) II.3.3.3.
4. Ile Tan-hai........ (I) II.3.3'.3.

	1	2	3	4
SiO^2	72,08	70,40	72,26	70,58
Al^2O^3	13,21	13,65	13,18	13,23
Fe^2O^3	0,37	0,17	»	0,10
FeO	4,47	5,13	5,32	5,08
MgO	1,92	1,94	2,15	1,92
CaO	2,42	3,00	2,42	3,92
Na^2O	1,61	1,57	1,43	1,43
K^2O	2,80	2,72	2,15	2,59
TiO^2	0,78	1,03	0,99	0,99
P. f. (+)	0,13	»	0,14	0,20
P. f. (—)	0,13	0,16	0,06	»
MnO	0,13	0,15	0,10	0,13
	100,05	99,92	100,20	100,17

	1	2	3	4
SiO^2 libre	40,80	38,10	43,56	37,38
Or	16,68	16,12	12,79	15,57
Ab	13,62	13,10	12,05	12,05
An	11,95	15,01	11,95	19,46
Al^2O^3 libre	3,06	2,65	4,08	0,82
$MgSiO^3$	4,80	4,80	5,40	4,80
$FeSiO^3$	6,73	7,66	8,18	7,79
Ma	0,70	0,23	»	0,23
Ilm	1,52	1,98	1,98	1,98
$\frac{Or}{Pl.}$	0,6	0,6	0,5	0,5
An % du plagioclase virtuel	46	53	49	61
Σ_b	13,7	14,7	15,6	14,8
Densité	2,422	2,440	2,440	2,445

On voit que le rapport de l'orthose aux plagioclases est parfois un peu plus faible que celui (0,60) servant de limite à la famille monzonitique, pour parler le langage que j'emploie au sujet des roches terrestres, dans les tectites, qui sont toutes plus potassiques que sodiques, ce rapport est, dans ce cas, *shoshonitique*.

Les caractéristiques spécifiques des tectites énoncées plus haut étant constatées, l'on peut rechercher quelles sont les différences existant entre les tectites indochinoises recueillies à de si grandes distances les unes des autres. On constate que ces différences sont minimes : petites variations de silice et variation plus grande de la chaux. Comme, d'autre part, la teneur en alumine totale ne change guère, il en résulte que, dans les échantillons les plus calciques, la teneur calculée en anorthite augmente, et celle en alumine libre

diminue. Si la roche était cristalline, cette variation se traduirait minéralogiquement par l'existence du labrador au lieu de l'andésine.

Mais ce sont là des variations de peu d'importance qui s'observeraient peut-être sur des échantillons recueillis dans une même localité, si l'on multipliait les analyses, car l'étude des indices de réfraction et de la densité met en évidence de petites variations dans un seul et même échantillon. Une telle hétérogénéité n'est cependant pas suffisante pour entamer l'homogénéité chimique des tectites, considérées dans leur ensemble.

B. — INSULINDE ET MALAISIE

Je donne ci-contre quelques analyses de tectites de gisements autres que ceux d'Indochine. Elles ont été faites par M. Raoult, à l'exception de *a*, empruntée à la note de M. Müller [18].

5. Malaisie (échantillon Damour) (1) .... 'II.3'.3.3.
a. Tutong (Bornéo) .... II.3.3.3.
6. Martapoera (Bornéo) .... II.3.(3)4.2'.
7. Billiton .... 'II.3'.3'.3.
8. Rosario (Philippines) .... 'II.3.3'.3.

	5	*a*	6	7	8
SiO^2	70,08	70,90	69,32	70,28	71,64
Al^2O^3	13,61	13,50	12,27	12,67	12,53
Fe^2O^3	0,15	0,32	0,06	0,21	»
FeO	4,81	5,47	6,81	5,28	5,32
MnO	0,15	»	0,09	0,19	0,10
MgO	2,16	2,45	4,05	2,62	2,79
CaO	3,48	2,35	3,72	3,92	3,42
Na^2O	1,99	1,46	0,77	1,71	1,21
K^2O	2,44	2,17	2,18	2,32	2,28
TiO^2	0,79	1,00	1,01	1,10	0,98
P. f. (+)	»	»	0,14	»	0,19
P. f. (—)	0,08	»	0,11	0,05	tr.
	99,74	99,62	100,53	100,35	100,46
SiO^2 libre	34,92	41,64	37,86	35,88	40,68
Or	14,46	12,79	12,79	13,34	13,34
Ab	16,77	12,58	6,29	14,15	9,96
An	17,51	11,68	18,35	19,46	16,96
Al^2O^3 libre	1,22	4,39	2,04	0,41	1,94
$MgSiO^3$	5,40	6,10	10,10	6,50	7,00
$FeSiO^3$	7,66	8,05	10,69	8,18	8,18
Ma	0,23	0,46	0,23	0,23	»
Ilm	1,52	1,98	1,98	2,13	1,98

(1) Une analyse de l'une des grosses tectites de M. Scrivenor faite par Salter a donné des résultats à peu près semblables, mais avec Al^2O^3, 14,30 ; CaO, 2,61 ; Na^2O, 1,16 ; K^2O, 1,90.

An	51	49	74	58	62
Σ_b	14,8	16,6	23,0	17,0	17,2
$\frac{Or}{Pl.}$	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5
Densité	2,443	2,457	»	2,457	2,447-2,451

Ces analyses sont remarquablement analogues à celles des tectites indochinoises. Quelques-unes se distinguent toutefois par une teneur un peu plus élevée en fer et en magnésie, influant sur le premier paramètre qui devient 'II ou II, au lieu de (I)II ou I(II), mais il s'agit là de cas limites. Quand on compare entre elles ces données, on remarque une variation corrélative de la chaux, entraînant les mêmes conséquences sur l'anorthite et l'alumine libre calculées ; la tectite de Bornéo est exceptionnellement pauvre en soude, et, comme la teneur en chaux est élevée, il en résulte que le plagioclase virtuel est plus calcique.

Je donnerai ci-contre, comme document, deux analyses anciennes, reproduites par M. Frank Ed. Suess des deux billitonites de Billiton qui présentent dans les alcalis des discordances avec les résultats fournis plus haut. D'autre part, il faut remarquer l'absence d'alumine libre et même la présence de chaux non feldspathisable. Ce sont là des résultats incompatibles avec l'analyse 7 et avec les caractères généraux des tectites ; aussi je les considère comme sujets à caution, jusqu'à preuve du contraire.

A. Tebrung, Mine Dendang, Billiton .... II.3(4).'3.3 (4). C. von John.
B. Lura Mijn. Mine Dendang, Billiton............ 'II.3(4). '3.3 (4). Brunck.

	A	B
SiO^2	71,14	70,92
Al^2O^3	11,99	12,20
Fe^2O^3	»	1,07
FeO	5,29	5,42
MnO	0,32	0,14
MgO	2,38	2,61
CaO	2,84	3,78
Na^2O	2,45	2,46
K^2O	2,76	2,49
	99,17	101,09
SiO^2 libre	32,0	31,4
Or	16,1	15,0
Ab	21,0	21,0
An	13,6	14,7
$CaSiO^3$	0,3	0,3
$MgSiO^3$	6,2	7,6
$FeSiO^3$	10,0	8,2
Ma	»	1,6
Σ_b	16,5	19,1
Densité	2,43	2,447
An %	38	41
$\frac{Or}{Pc}$	0,5	0,4

II. — LES TECTITES DES RÉGIONS AUTRES QUE L'EXTRÊME-ORIENT.

A. — AUSTRALIE ET TASMANIE

a. — AUSTRALITES.

M. H. S. Summers a comparé la composition chimique des tectites d'Australie à celle des tectites de Billiton et de Tchécoslovaquie ; il l'a exprimée en fonction de la classification chimico-minéralogique dont je fais moi-même usage. Je ne m'occuperai ici que de celles d'Australie.

Les analyses discutées montrent que les australites sont plus variées de composition que les tectites d'Extrême-Orient. D'après leur densité, liée à la composition chimique, M. Summers les a classées en trois groupes, et il a attaché de l'importance à ce fait que ceux-ci lui paraissent localisés dans l'espace. Son groupe D, par exemple, n'aurait été rencontré que dans la région Kalgorlie-Coolgarlie (Australie occidentale) ; mais ce sont, peut-être, des conclusions bien fragiles que celles basées sur des différences aussi faibles, accusées par un si petit nombre d'analyses, faites sur des échantillons recueillis sur une distance d'au moins 3 000 kilomètres.

	Densité.
A.	< 2,390 (analyse *b*).
B	2,391 à 2,410 (analyse *c*).
C	2,411 à 2,440 (analyses *d* et *e*).
D	2,441 à 2,470 (analyses *f* et *g*).
E.	> 2,470 (non observé en Australie).

Quoi qu'il en soit, on voit que la composition des groupes C et D est sensiblement la même que celle des tectites de l'Extrême-Orient.

Quant aux autres groupes (A et B), ils s'en distinguent seulement par une teneur un peu moindre en potasse et une proportion plus élevée en silice totale et particulièrement en silice libre. (Cf. Summers [25].)

b. Lac Eyre (Australie méridionale)	I (II).(2)3.3.3. Ampt, *in* Summers.
c. Hamilton (Victoria)	I (II).(2)3.3.3. Ampt, *in* Summers.
d. Mount Elephant (Victoria)	(I) II.3.3.3. Ampt, *in* Summers.
e. Pieman (Tasmanie)	I (II).3.(3)4. '3. W. F. Hillebrand.
f. Coolgardie (Australie occidentale)	'II.3.3.3. A. Hall.
g. Upper Weld (Tasmanie)	I (II).3.3.3. W. F. Hillebrand.

	b	c	d	e	f	g
SiO^2	77,72	76,25	72,39	73,59	70,62	69,80
Al^2O^3	9,97	11,30	13,12	12,35	13,48	15,02
Fe^2O^3	0,32	0,35	0,42	0,38	0,85	0,40
FeO	3,75	3,88	4,48	3,79	4,44	4,65
MgO	1,59	1,48	1,87	1,80	2,42	2,47
CaO	2,40	2,60	3,17	3,76	3,09	3,20
Na^2O	1,29	1,23	1,54	1,03	1,27	1,29
K^2O	1,96	1,82	1,92	1,93	2,22	2,56
TiO^2	0,86	0,65	0,76	0,70	0,90	0,80
P. f. (+)	0,15	0,32	0,11	0,27	0,01	»
P. f. (—)	0,04	0,02	0,02	0,53	0,06	»
MnO	Tr.	0,06	0,05	0,15	0,42	0,18
	100,05	99,99 (1)	99,91 (2)	100,29 (3)	99,78	100,37
SiO^2 libre	52,7	51,8	43,5	46,6	41,0	38,8
Or	11,7	10,6	11,1	11,8	13,4	15,0
Ab	11,0	10,5	13,1	8,9	11,0	11,0
An	12,0	12,8	15,8	18,6	15,3	15,9
Al^2O^3 libre	1,3	2,7	2,8	1,6	3,3	4,3
$MgSiO^3$	3,9	3,7	4,7	4,5	6,1	6,2
$FeSiO^3$	5,2	5,8	6,7	5,8	6,9	7,2
Ma	0,4	0,5	0,7	0,4	1,1	0,7
Ilm	1,7	1,2	1,4	1,4	1,7	1,5
$\frac{Or}{Pl.}$	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
An p. 100 du plagioclase	52	56	54	69	58	59
Σ_b	11,2	11,3	13,5	12,1	15,8	15,6
Densité	2,385	2,398	2,427	2,428	2,454	2,454

b. — Verre de Darwin.

Deux analyses seront données pour caractériser le verre de Darwin [2].

h. Vert-olive .... 1.1(2).(1)2.1(2). Ludwig.
i. Vert pâle .... 1.1'.1.(1)2. Ampt.

	h	i
SiO^2	88,764	87,00
Al^2O^3	6,1327	8,00
Fe^2O^3	»	0,19
FeO	1,235	1,93
MgO	0,575	0,82
CaO	0,174	»
Na^2O	0,139	0,14
K^2O	1,336	0,99
TiO^2	1,240	0,51
MnO	»	»
P. f.	»	0,36
	99,610	99,94

(1) NiO : 0,03.
(2) NiO : 0,06.
(3) ZrO^2 : 0,01.

SiO^2 libre	81,30	79,92
Or	8,34	6,12
Ab	1,05	1,05
An	0,83	»
Al^2O^3 libre	4,08	6,63
$MgSiO^3$	1,40	2,00
$FeSiO^3$	0,26	2,64
Ma	»	0,23
Ilm	2,28	0,91
An % du plagioclase	44	0
Σ_b	3,94	5,78

Le verre de Darwin occupe une position extrême dans la série si bien ordonnée des tectites. Il s'éloigne des australites pour constituer un type encore plus riche en silice totale et en silice libre que les moldavites.

Certaines caractéristiques de la série normale des tectites subsistent encore : richesse relative en FeO et MgO, en présence d'une telle teneur en SiO^2 ; prédominance de K^2O sur Na^2O ; abondance de l'Al^2O^3 libre.

Mais le caractère différentiel le plus frappant est l'absence, ou l'extrême rareté, de la chaux feldspathisable ; le verre de Darwin est donc un type alcalin ou presque alcalin.

B. — TCHÉCOSLOVAQUIE

Je donnerai tout d'abord quelques analyses (*j* à *o*) de moldavites, d'après M. Frank E. Suess [24] ; elles sont anciennes et incomplètes ; il serait utile d'en avoir de nouvelles ; faute de matériaux, je n'ai pu en faire effectuer que deux, données à part.

Quoi qu'il en soit, ces premières données montrent que le caractère différentiel d'avec les billitonites d'Extrême-Orient et les australites réside dans une teneur plus grande en silice totale et libre et aussi en alumine libre. La teneur en K^2O est voisine de celle des types précédents, mais la proportion de Na^2O de FeO et MgO est plus faible. Quant à la chaux, elle est encore assez notable, et, comme elle est entièrement feldspathisable, le pourcentage en anorthite du plagioclase virtuel peut s'élever jusqu'à 87 p. 100 ; c'est le groupe où il est le plus élevée. Le rapport de l'orthose au plagioclase virtuel est *monzonitique*.

Les paramètres magmatiques traduisent ces particularités, qui ont notamment leur retentissement sur les valeurs des paramètres *q* et *s*.

j. Budweis (Bohême), vert pâle	I'.2'.3.2.	C. von John.
k. Radomélice, vert pâle	I.2.3'.2.	C. von John.
l. Radomélice, brun verdâtre	I'.2'.2'.2.	C. von John.
m. Radomélice, vert foncé	I.2(3).(3)4.I(2).	C. von John.
n. Trébic (Moravie)	I'.2(3).'3.'2.	C. von John.
o. Skrey (Moravie)	I'.2(3).(2)3.2.	Ludwig.

	—	k	l	m	n	o
SiO^2	82,68	82,28	77,69	77,75	78,61	77,78
Al^2O^3	9,56	10,08	12,78	12,90	12,01	11,56
Fe^2O^3	»	»	2,05	»	0,16	»
FeO	1,13	2,03	1,45	2,60	3,09	2,54
MgO	1,52	0,98	1,15	0,22	1,39	1,52
CaO	2,06	2,24	1,26	3,05	1,62	1,34
Na^2O	0,63	0,28	0,78	0,26	0,44	0,68
K^2O	2,28	2,20	2,78	2,58	3,06	3,26
TiO^2	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1,40
P.f. (+)	n. d.	0,06	n. d.	0,10	n. d.	»
P.f. (—)	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	»
MnO	0,18	n. d.	n. d.	n. d.	0,11	0,15
	100,04	100,15	99,94	99,46	100,49	100,23
SiO^2 libre	62,58	63,8	57,3	57,5	56,8	54,90
Or	13,34	13,3	16,7	15,0	17,2	19,46
Ab	5,24	2,6	6,8	2,1	3,7	5,76
An	10,29	11,1	6,4	15,3	8,1	6,67
Al^2O^3 libre	2,35	3,1	6,0	4,0	5,2	4,49
$MgSiO^3$	3,80	2,4	2,9	0,6	3,5	3,80
$FeSiO^3$	2,51	3,8	0,9	4,8	5,8	2,51
Ma	»	»	3,0	»	0,2	»
Ilm	»	»	»	»	»	2,74
An p. 100 du plagioclase	66	81	48	87	68	54
$\frac{Or}{Pl}$	0,9	0,9	1,2	0,9	1,7	1,5
Σ_b	6,3	6,2	6,8	5,3	9,5	9,0

Les nouvelles analyses sont les suivantes :

9. Trébic .... I'.2(3).3.2. Raoult.
10. Radomélice .... I'.2(3).'3.'2. Raoult.

	9	10
SiO^2	80,52	80,00
Al^2O^3	9,44	10,04
Fe^2O^3	»	»
FeO	1,98	2,27
MgO	1,73	1,46
CaO	1,84	1,76
Na^2O	0,52	0,51
K^2O	3,15	3,37
TiO^2	0,72	0,74
P.f. (+)	0,11	0,10
P.f. (—)	0,05	0,05
MnO	0,09	0,06
	100,15	100,36

SiO^2 libre	58,02	56,82
Or	18,35	20,02
Ab	4,19	4,19
An	9,17	8,62
Al^2O^3 libre	1,84	2,35
$MgSiO^3$	4,30	3,60
$FeSiO^3$	2,64	3,17
Ilm	1,37	1,37
An p. 100 du plagioclase	69	67
$\frac{Or}{Pl}$	1,4	1,6
Σ_b	8,3	8,1

III. — RÉSUMÉ CHIMICO-MINÉRALOGIQUE D'ENSEMBLE

En résumé, les tectites constituent une *série lithologique* remarquablement continue, avec le sens donné à ce terme dans l'étude des roches éruptives terrestres.

Les types qui la constituent peuvent être présentés ainsi qu'il suit, en les réduisant aux points centraux des paramètres magmatiques *p, q, r, s* :

1.2.2-3.1-2 **1**.2.2.2	Moldavites.
I(II).2-3.3.3	Australites p. p.
I(II).3.3.3 II.3.3.3	Australites p. p. Billitonites, Tectites d'Indochine.

Quant au *verre de Darwin*, il se trouve à la frontière de la série lithologique, avec ses paramètres I.1-2.1-2.1-2. Non seulement il constitue un type excessivement riche en silice libre, mais il a une tendance, parfois réalisée, à devenir alcalin ; dans la série des roches terrestres, on pourrait comparer sa composition chimique à celle d'une pegmatite extrêmement quartzique. Cependant là encore, comme je l'ai fait remarquer plus haut, la proportion du fer et de la magnésie y est exceptionnelle pour une telle teneur en silice, et ceci le rattache aux autres tectites.

Ces divers types magmatiques peuvent être intégrés dans la série des roches terrestres calco-alcaline en qualité de *rhyolites* à *plagioclases* et de *shoshonites* quartziques, mais, en réalité, parmi ces roches terrestres, l'on ne connaît aucun cas qui leur soit strictement comparable. Et ceci est un argument devant être ajouté à beaucoup d'autres pour considérer les tectites comme d'origine extra-terrestre.

Recherche des métaux rares. — En raison de la richesse en potasse des tectites, j'ai pensé intéressant d'y faire chercher le *baryum* et le *strontium*. M. Dureuil a essayé à ce point de vue, par les méthodes spectrographiques, plusieurs échantillons ; ils ne lui ont fourni aucun résultat positif.

J'ai demandé à M. Robert Bossuet, auteur d'un délicat procédé (1) de recherche spectrographique des traces d'alcalis rares dans les silicates de vouloir bien l'appliquer aux tectites. Dans aucune, il n'a trouvé de lithium ni de césium, mais, par contre, le *rubidium* y est constant (Tan-hai, Billiton ; australites, moldavites, verre de Darwin).

Sa teneur approximative a même pu être estimée à environ 0,015 p. 100. Mais ce résultat n'est pas spécifique des tectites ; le même résultat, en effet, a été obtenu avec l'obsidienne de Lipari. Cette recherche devra être poussée plus loin pour voir si c'est là un caractère commun à toutes les roches acides, quelle que soit leur origine.

IV. — RARETÉ ET NATURE DES GAZ

Une caractéristique constante des verres volcaniques terrestres, les obsidiennes, réside dans l'existence de gaz pouvant être extraits par la chaleur : ils s'y rencontrent en quantité variable (2). Ils sont constitués essentiellement par l'acide chlorhydrique, l'anhydride sulfureux, parfois le chlore libre et, en plus faible quantité, par des composés du carbone (CO^2,CO, etc.).

Les tectites présentent les mêmes particularités, mais la quantité des gaz est toujours beaucoup plus faible et leur nature différente (2). L'anhydride carbonique, l'oxyde de carbone prédominent avec, accessoirement, l'azote et l'hydrogène.

On trouvera plus loin l'indication de la valeur théorique de cette constatation.

M. Lebeau a bien voulu examiner, dans son laboratoire de la Faculté de pharmacie, un échantillon de tectite de Tan-hai. Il y a constaté l'absence d'acide chlorhydrique et de chlore, ainsi que la prédominance de l'anhydride carbonique et de l'oxyde de carbone, qui y existent dans le rapport 1 : 2,9. Il existe aussi de l'hydrogène et de l'azote. La quantité de gaz n'est que de 100 centimètres cubes par kilogramme. Je n'insiste pas davantage sur cette question qui fera l'objet d'une étude ultérieure.

D'après des expériences de M. Brun (3), faites sur une billitonite, CO^2 et CO existent en proportion à peu près égale, sur une quantité totale de 213 centimètres cubes par kilogramme ; dans une moldavite, leur rapport est 1 à 4, avec une proportion de gaz de 160 centimètres cubes par kilogramme.

Il faut s'attendre, d'ailleurs, à ce que, comme dans les roches terrestres, la teneur totale en gaz et leurs proportions relatives varient beaucoup dans les tectites des divers gisements et peut-être d'un même gisement.

(1) « Le principe de la méthode consiste à attaquer le minéral par un mélange de carbonate de calcium et de chlorure d'ammonium. Un traitement par l'eau permet de mettre les alcalins en solution. Cette dernière est concentrée et absorbée par un bâtonnet poreux de pyrophosphate de magnésium. En dirigeant sur ce bâtonnet, ainsi imprégné des sels alcalins à chercher, un dard de chalumeau oxy-acétylénique, on obtient facilement les spectres des métaux alcalins que l'on photographie et dont on mesure les raies suivantes :

Li.	Na.	K.	Rb.	Cs.
U 4.602,4	U 3.302,5	U_1 4.047,3	U_1 4.215,7	U_1 4.555,4
		U 4.044,3	U 4.202,0	U 4.593,3

(2) BRUN ALBERT, L'exhalaison volcanique (*Op. cit.*). Dans les obsidiennes étudiées par cet auteur, les quantités des gaz étudiés oscillent entre 1 129 centimètres cubes et 258 centimètres cubes par kilogramme de matière.

(3) Cf. BRUN, *Op. cit.*, et BECK RICHARD, Ueber der in Tektiten eingeschlossenen Gaze (*Monatsb. d. d. geol. Gesellsch.*, LXII, 1910, nº 3, p. 240).

Si les tectites ne renferment actuellement que peu de gaz, il n'en a pas toujours été ainsi quant à leur magma. En effet, on a vu plus haut que certaines tectites contiennent des bulles gazeuses énormes, pouvant même occuper une grande partie de leur volume. Ces bulles sont isolées et parfaitement sphériques.

On ne connaît rien d'analogue dans les verres naturels de composition voisine. Il faut en conclure, sans doute, que des gaz se sont dégagés *lentement* du verre fondu, alors que son état de fluidité permettait leur concentration en des points favorables, tandis que, dans les magmas rhyolitiques terrestres, le dégagement gazeux se fait *tumultueusement* ; d'innombrables petites bulles ne peuvent se réunir en quelques-unes de grande dimension ; elles s'échappent et le verre est alors étiré sous forme de ponce, avec cavités allongées (Cf. p. 207).

V

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

I. — RÉFRINGENCE ET DENSITÉ

La réfringence et la densité d'un corps étant fonction de sa composition chimique, la détermination des constantes relatives à ces propriétés a une grande importance. M. Stark en a fait autrefois (1) des déterminations pour les verres de différentes roches volcaniques terrestres (2).

M. Jezek a étudié (3), à ce point de vue, les moldavites, et plus récemment M. C.-E. Tilley a fait (4) la comparaison systématique, à cet égard, des tectites et des verres volcaniques terrestres. Il a représenté ses résultats par des diagrammes, où les densités sont prises comme abscisses, l'indice de réfraction ou l'énergie réfractive spécifique (k) comme ordonnées (5). En prenant pour repère la courbe, presque linéaire, correspondant aux verres formés par des mélanges d'albite et d'anorthite, il a fait voir que les tectites se placent dans un domaine distinct de celui des obsidiennes terrestres, un peu au-dessus du prolongement de la courbe feldspathique. C'est, en somme, mettre sous une autre forme les conclusions de l'étude chimique donnée plus haut.

J'ai moi-même publié récemment [5] des mesures directes effectuées sur les tectites étudiées dans ce mémoire ; elles montrent nettement les relations mutuelles des deux propriétés sus-indiquées. Je ferai remarquer, à ce propos, que la fréquence de petites bulles microscopiques dans certaines tectites rend l'emploi de l'indice de réfraction plus sûr que la densité pour la spécification des tectites.

J'ai réuni dans le tableau ci-contre les mesures effectuées dans mon laboratoire par M. P. Gaubert : on y trouvera exposées, dans l'ordre croissant des densités, les indices de réfraction pour la lumière du sodium (6).

(1) M. Stark, *Tschermak's min. petr., Mitt.*, XXIII, 1904, p. 536).

(2) J'ai moi-même étudié comparativement l'indice de réfraction et la densité du verre produit en fondant des roches volcaniques et ceux des verres résiduels renfermés par ces mêmes roches (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 511) et Étude minéralogique des produits silicatés des éruptions du Vésuve, 1906 (*Nouv. Archives Muséum*, 4, IX, 1907, p. 44).

(3) B. Jezek u. J. Woldrich, *Bull. intern. Acad. Sc. Bohême*, 1910, p. 232.

(4) C. E. Tilley, Density, refractivity and composition relations of some natural glasses (*Miner. Magaz.*, London, XIX, 1922, p. 275).

(5) L'énergie réfractive spécifique K d'un corps est donnée par la relation $K = \frac{k_1w_1 + k_2w_2 + k_3w_3}{100}$ (loi de Gladstone), où w_1, w_2, w_3 représentent le pourcentage en poids; K_1, K_2, K_3, l'énergie réfractive spécifique des minéraux virtuels déduits de l'analyse. L'indice médian n du corps, s'il est cristallisé, ou son indice de réfraction s'il s'agit d'un verre, est donné par la relation $n = l + dk$, d étant la densité.

(6) Müller a donné pour la tectite de Tutong (Bornéo) des nombres (densité = 2,459 et n = 1,5097), qui ne concordent pas avec la régularité de ceux donnés ci-contre.

Enfin, j'ai mis en regard de chacune des données correspondant aux tectites analysées les paramètres magmatiques déduits de l'analyse.

	Densité.	N(Na)	Formule magmatique
	—	—	—
Verre de Darwin	2,275	1,4790	
Moldavite — Trébic	2,341	1,4875	I(II).2(3).'3.'2.
— Radomélice	2,339	1,4877	1'.2'.2.2.
— —	2,342	1,4879	
— Slavice	2,345	1,4928	
— Budejovice. —	2,350	1,4948	
Australite. Mount Williams (Victoria)	2,380	1,5002	
— Hamilton (Victoria)	2,415	1,5043	I(II).(2)3.3.3.
Hai-nan	2,421	1,5065	
Smach	2,422 2,428	1,5063 1,5092	I(II).3.3'.3.
Ban-Don-Phay	2,425	1,5081	
Entre Kontoum et Dek-Tô	2,438	1,5102	
Attopeu	2,440	1,5120	I(II).3.3.3.
Dan-kia	2,440	1,5133	I(II).3.3'.3.
Malaisie (éch. Damour)	2,443	1,5148	'II.3.3.3.
Tan-hai	2,445	1,5146	I(II).3.3.3.
Rosario	2,447	1,5130	'II.3.3'.3.
Billiton (billitonite)	2,457	1,5157	(I)II.3.3.'3.
Australite. Charlotte Water (S. Australie)	2,458	1,5178	
Martapoera (Bornéo)	2,498	1,526	II.3.3.(4).2'.
M[t] Moeriah (noir)	2,51	1,5241	
M[t] Moeriah (blanc jaunâtre)	2,512	2,5305	

II. — EXAMEN MICROSCOPIQUE

Tous les auteurs qui, jusqu'ici, ont étudié les tectites ont constaté leur nature entièrement vitreuse et l'absence de toute cristallisation, même cristallitique. Cette remarque s'étend à celles de l'Extrême-Orient.

Le plus souvent, le microscope ne montre aucune bulle gazeuse dans ces dernières ; mais, dans quelques échantillons de Smach, j'ai rencontré exceptionnellement un nombre considérable de minuscules bulles parfaitement sphériques.

Biréfringence produite par trempe. — Toutes les tectites que j'ai étudiées, quel que soit leur gisement, sont trempées. L'aspect des cassures de celles d'Indochine le faisait supposer. L'examen optique en lumière polarisée parallèle le démontre d'une façon péremptoire (fig. 32 à 34).

La biréfringence due à la trempe est déjà apparente sur les lames un peu plus épaisses que celles employées d'ordinaire pour l'étude microscopique, mais c'est surtout

dans les lames de quelques dixièmes de millimètre qu'elle est facile à étudier ; sur



Fig. 32. — Biréfringence due à la trempe. Tan-hai (lumière polarisée parallèle). (Gross. : 23.)

la figure 32, on voit la structure due à l'étirement, puis des auréoles de tension ou de

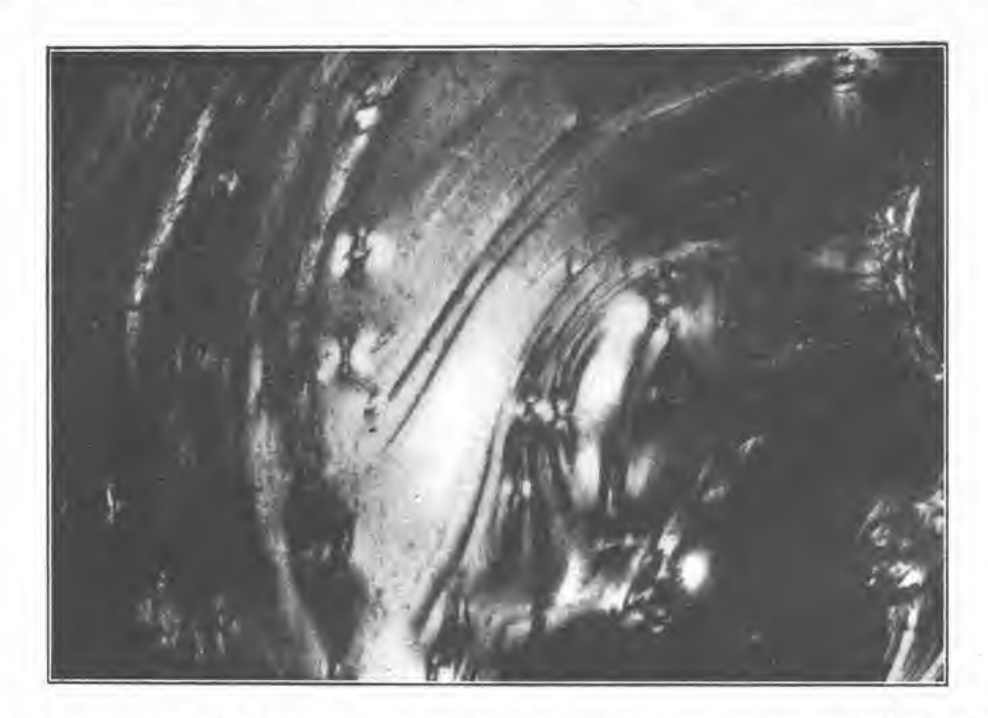


Fig. 33. — Biréfringence due à la trempe. Tan-hai (lame épaisse ; lumière polarisée parallèle). (Gross. : 23.)

compression à biréfringence plus grande, développées autour de bulles microscopiques.

La biréfringence décèle, avec une merveilleuse fidélité (fig. 33 à 34), toutes les particu-

larités de l'étirement, des contorsions, des plissures déjà mises en évidence par les corrosions naturelles ou par l'attaque à l'acide fluorhydrique. On voit là des alternances de



Fig. 34. — Plissures d'une tectite de Tan-hai mises en évidence par la biréfringence due à la trempe (lame épaisse ; lumière polarisée parallèle). (Gross. : 23.)

bandes ou de zones comprimées ou dilatées se traduisant par des différences du signe optique (1).

III. — EXAMEN PAR LES RAYONS ULTRA-VIOLETS

Ni pour les tectites d'Extrême-Orient, ni pour celles d'Australie ou de Tchécoslcvaquie, l'examen au rayonnement ultra-violet produit par une lampe à vapeur de mercure n'a décelé trace de fluorescence.

IV. — EXAMEN PAR LES RAYONS X

L'examen par les rayons X constitue un moyen d'investigation précieux pour caractériser les corps doués d'une structure cristalline et les distinguer des substances amorphes.

M. Van der Veen a rapporté [**26**] des expériences faites sur la poudre des billitonites par la méthode Debye et Scherrer ; elles ont fourni le spectre des *matières amorphes*.

La même conclusion résulte de l'examen des spectres de poudre des tectites de l'Indochine qu'a bien voulu effectuer M. Wyart.

(1) La biréfringence par trempe a été déjà remarquée par M. Fred. Wright dans les billitonites (*Bull. Geol. Soc. of America*, XXVI, 1915, p. 260).

V. — PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES

M. Chevallier, qui poursuit avec succès des recherches sur les propriétés magnétiques des roches, a bien voulu examiner, à ce point de vue, mes tectites indochinoises.

Il a constaté l'absence complète de ferromagnétisme, qui n'est pas modifiée par la chaleur. Les tectites se comportent donc comme des verres et ne se prêtent à aucune mesure magnétique.

VI. — DURETÉ

La dureté des tectites d'Indochine et de celles des autres gisements d'Extrême-Orient est très sensiblement celle de l'adulaire (6 de l'échelle de Mohs). Elles rayent ce minéral et sont rayées par lui. Cette dureté est celle du verre de silice.

Les australites et les moldavites ont une dureté comprise entre 6 et 7. Quant au verre de Darwin, il est plus dur encore, il raye le quartz (7).

VII. — COMPORTEMENT DES TECTITES VIS-A-VIS DE LA CHALEUR

D'une façon générale, les verres peuvent être considérés comme des liquides doués d'une si grande viscosité, à la température d'observation normale, qu'ils se comportent comme des solides, mais cette viscosité diminue progressivement, au fur et à mesure qu'augmente la température. A un moment, qui dépend de sa composition chimique, le verre étudié commence à se déformer, puis il devient peu à peu assez fluide pour pouvoir s'étaler, se mouler sur le creuset dans quoi est faite l'expérience, et même parfois il est possible de le faire écouler au dehors.

Il ne saurait donc être question d'un *point de fusion* pour un verre, mais d'*intervalles de température entre lesquels se produit, d'une façon continue, le phénomène qui vient d'être défini.*

Vis-à-vis de la chaleur, les tectites se comportent bien comme des verres qu'elles sont. On a vu plus haut qu'elles se distinguent de ceux des verres volcaniques terrestres dont elles se rapprochent au point de vue chimique, des *obsidiennes,* par leur grande pauvreté en gaz, et c'est ce qui explique pourquoi elles ne possèdent pas la curieuse propriété suivante. En général, lorsqu'on porte une obsidienne terrestre à une température oscillant entre 800° et 1 100° C., suivant sa teneur en gaz (1), elle se gonfle brusquement, par suite du dégagement de ses produits volatils et se transforme en ponce légère grâce à une augmentation considérable de volume. Boussingault et Damour ont comparé jadis (2) ce phénomène à une explosion. M. Brun a repris cette comparaison et déterminé ce qu'il a appelé la *température d'explosion* de certaines obsidiennes (3).

(1) Il est cependant quelques obsidiennes pauvres en gaz qui ne se boursouflent pas.

(2) Boussingault (J.-B.) et Damour (A.), Sur la cause qui détermine la tuméfaction de l'obsidienne exposée à une haute température (*Comptes Rendus*, LXXVI, 1873, p. 1158-1165, et *Ann. chim. et phys.*, (4), XXIX, 1873, p. 543-564).

(3) Brun (Albert), Recherches sur l'exhalaison volcanique, 1911, p. 28.

Quand on la chauffe à une température plus élevée, la ponce fond tranquillement en un verre un peu bulleux, qui, lui, peut être comparé au point de vue physique aux tectites bulleuses.

Je me suis proposé de suivre expérimentalement les diverses étapes du comportement des tectites vis-à-vis de la chaleur d'une façon plus systématique qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, voulant, en outre, chercher à imiter les formes figurées rencontrées dans les tectites indochinoises. Pour cela, j'ai demandé le concours d'un de mes anciens élèves, M. André Jourdain, ingénieur-chimiste, directeur du laboratoire de la Compagnie générale de construction de fours. Il a bien voulu faire les expériences décrites ci-contre, dont nous avons établi ensemble le programme. Les plus nombreuses ont été exécutées sur des échantillons provenant de Tan-hai, dont les grandes dimensions rendaient le travail plus facile. Pour les autres régions, j'ai dû, faute de matériaux suffisants, réduire le nombre des essais.

a. — Courbe de dilatation thermique.

Dans une tectite de Tan-hai, il a été taillé un barreau d'essai de 65 millimètres de long et 6 millimètres de côté. Ce barreau a été essayé au dilatomètre Chévenard (montage pour substance non usinable) (1).

Un fragment de verre (tube agitateur du modèle courant employé au laboratoire) a également été essayé pour comparaison.

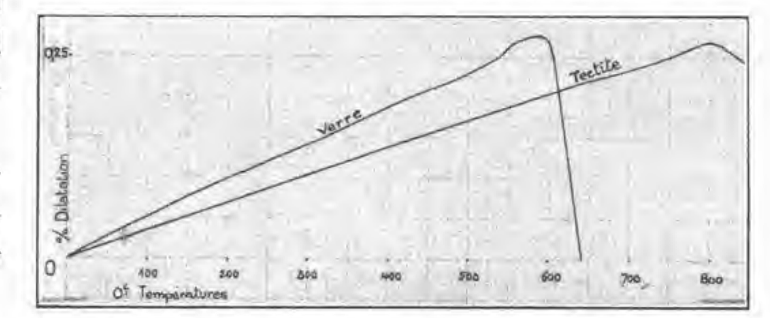


Fig. 35. — Courbe de dilatation d'une tectite de Tan-hai.

Les courbes obtenues (fig. 35) ont été redressées et ont donné les résultats suivants. Elles montrent que c'est au voisinage de 800° C. que commencent les déformations de la tectite, alors que le verre servant de terme de comparaison se déforme un peu avant 600° C.

b. — Température d'affaissement sous charge.

Dans un fragment de tectite de Tan-hai, il a été taillé une éprouvette d'essai de $15^{mm},5$ sur $15^{mm},5$ avec une hauteur de $20^{mm},5$.

La température du commencement de l'affaissement a été déterminée à l'aide de l'appareil Dupuy, de la Compagnie des *Forges de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons* (2).

Le four est chauffé électriquement à l'aide d'un tube en carbone formant résistance.

(1) Chévenard (Pierre), Analyse dilatométrique des matériaux, Paris, Dunod, 1929. — Portevin (A.) et Chévenard (P.), Analyse dilatométrique de quelques substances non métalliques : minéraux, roches et produits industriels (*VIIIe Congrès de chimie industrielle*, 1928).

(2) Dupuy (E.), Observations sur les essais mécaniques à haute température sur produits réfractaires (Communication faite au Congrès technique de l'Industrie céramique) (*La Céramique*, t. XXXI, 1928, p. 225). — Widemann (R.-V.), Recherches récentes sur l'essai d'écrasement sous charge à haute température (*Ibid.*, p. 214).

La pression est transmise par un dispositif permettant d'exercer une charge statique déterminée. La prise de température se fait à l'aide d'un couple platine-platine rhodié. La montée de la température est régulière : 500° C. par demi-heure.

L'échantillon a été essayé sous une pression de 100 grammes par centimètre carré. Le commencement d'affaissement a eu lieu à 750° C. et le passage à 0 à 830° C.

Il est à remarquer, étant donnés la petite dimension de l'éprouvette d'essai et le mode de prise de température, que l'échantillon est entièrement porté à la température déterminée par le couple, ce qui n'a pas toujours lieu dans d'autres appareils d'affaissement.

Des expériences effectuées sur ma demande (1928) à l'*Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des inventions* sur une tectite du Cambodge avaient fourni des résultats du même ordre de grandeur.

c. — Essais de fusion.

Les différentes tectites à essayer ont été suspendues à un barreau réfractaire à l'aide de fils de platine (fig. 36). Les échantillons avaient été taillés et meulés de façon à leur donner la dimension et le poids les plus rapprochés possible de ceux de la tectite indochinoise.

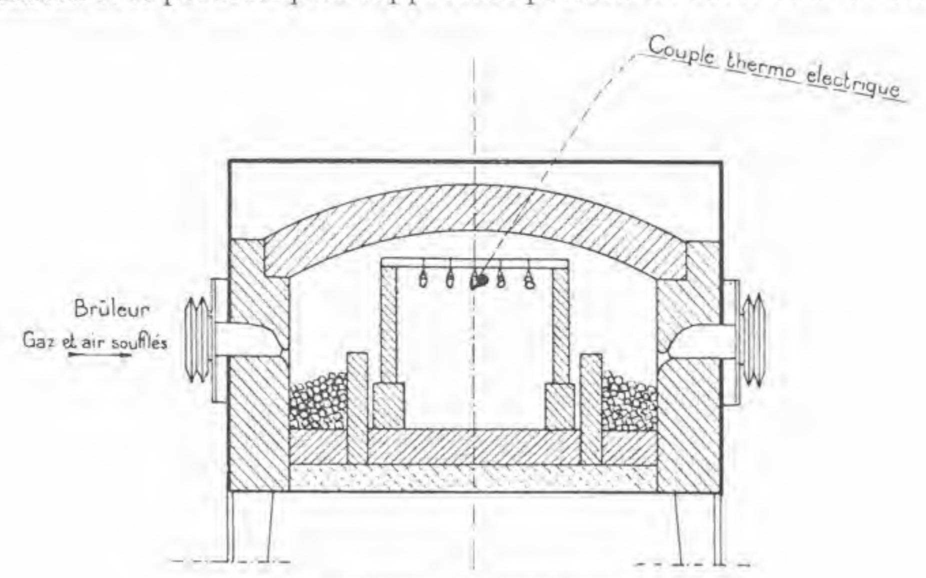


Fig. 36. — Dispositif de l'expérience.

Ce dispositif a été chauffé dans un four du type « Surface combustion » (gaz et air soufflé) (fig. 36), la température étant déterminée à l'aide d'un couple platine-platine rhodié. La montée de la température a été lente et régulière : 200° C. par demi-heure.

Tectites d'Indochine. — Une première série d'essais a été effectuée sur les tectites de Tan-hai. La chauffe a été arrêtée à diverses températures, lorsqu'étaient obtenues des déformations fournissant des pièces comparables aux larmes et aux formes d'haltères, qu'il s'agissait d'imiter (fig. 37 à 41) (1).

On remarquera la grande identité des pièces obtenues et de celles à imiter ; dans cette

(1) Cf. p. 171 pour une particularité observée au cours d'une de ces expériences.

comparaison, il faut naturellement faire abstraction des corrosions de la pièce naturelle.

A la température de 1 400° C., la tectite de Tan-hai a perdu toute forme, s'est étalée



Fig. 37. — *Larme* obtenue en chauffant un fragment informe de tectite (Tan-hai), à 1 180° C. (Gross. : 1,5.)

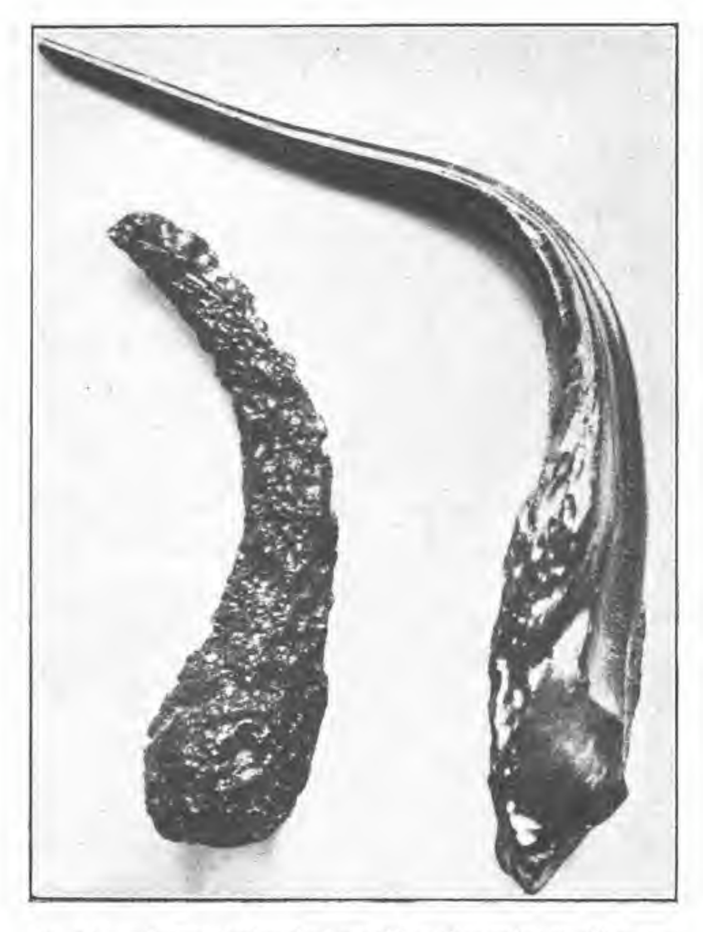


Fig. 38. — *Larme* tordue du Lang-Bian (à gauche) et pièce semblable obtenue par chauffage, à 1.180° C., d'un fragment de tectite du même gisement. Remarquer les cannelures d'étirement. (Gross. : 1,5.)

dans la coupelle de porcelaine ayant servi à l'essai, mais y était suffisamment adhérente pour ne pas s'écouler, quand celle-ci a été renversée.

Comparaison entre les tectites de l'Indochine et celles d'autres régions. — Dans ces expériences ont été placées côte à côte des tectites de Billiton, d'Australie (mont William), de Tan-hai, de Bohême (Radomélice) et enfin un échantillon de verre de Darwin (fig. 42). Le four a été chauffé jusqu'à 1 200° C. et a été arrêté, quand le n° 3, servant de témoin, a commencé à couler.

Le numéro 1 (Billiton) avait complètement coulé ; le début de l'étirement avait commencé à 1 190° C.

Le numéro 2 (australite, mont William) commençait à s'allonger.

Le numéro 3 (Tan-hai) s'était comporté comme le numéro 1.

Le numéro 4 (Radomélice) était grésé extérieurement et commençait à s'allonger.

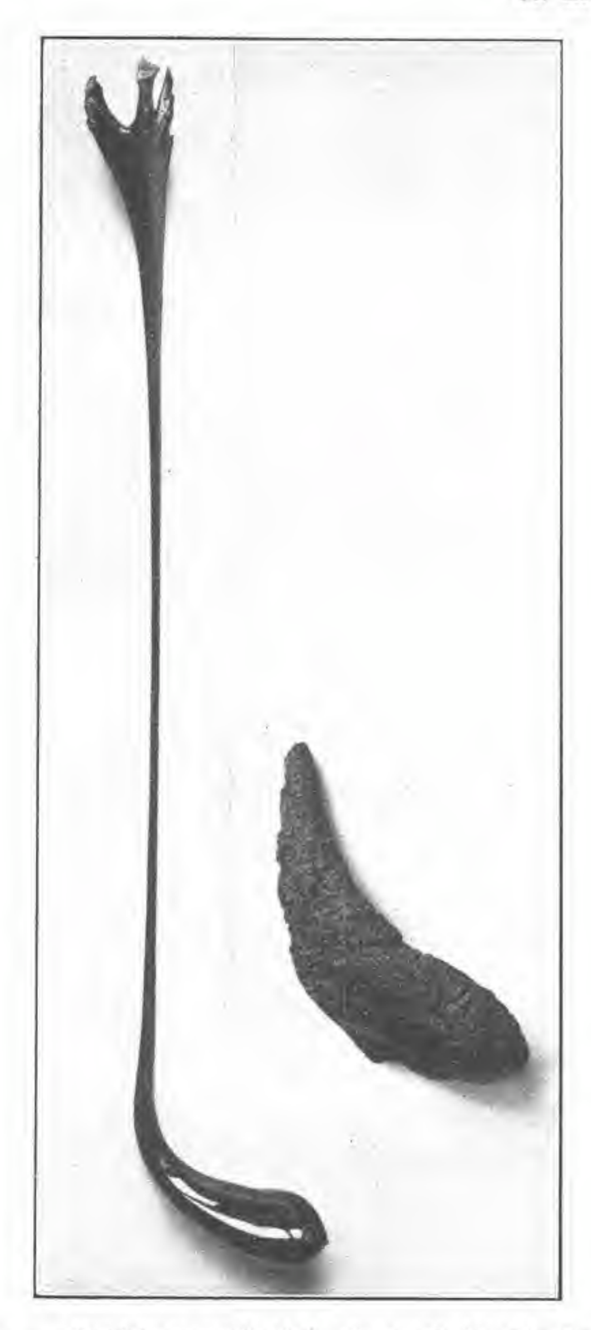


Fig. 39. — Expérience semblable à celle ayant donné la figure 38, mais poussée plus loin. (Gross. : 1,3.)



Fig. 40. — *Poire* à queue brisée obtenue, à 1 180° C., par fusion d'une tectite de Tan-hai. (Gross. : 1,9.)

Le numéro 5 (verre de Darwin) était absolument intact.

La figure 43 indique l'aspect des échantillons à l'arrêt du feu.

Un autre essai a été entrepris pour déterminer à quelle température le numéro 4 (Bohême)

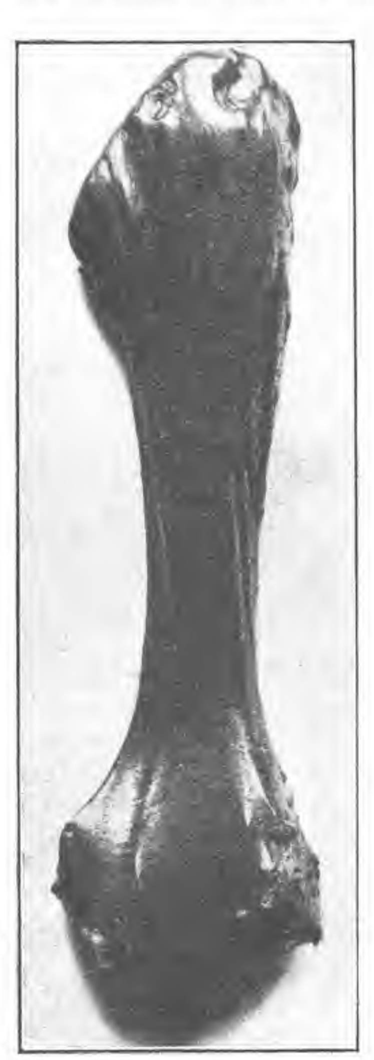


Fig. 41. — *Forme en haltère* obtenue en chauffant, à 1 180° C., une tectite ellipsoïdale de Tan-hai. L'étirement de la pièce commence par le milieu, puis la chute se fait brusquement pour donner l'allure du n° 3 de la figure 43. — Gross. : 1,5.

et le numéro 5 (verre de Darwin) s'écoulent, à la façon des numéros 1 et 3 de la figure précédente.

Le numéro 4 (Radomélice) commence à s'allonger notablement à 1 250° C. et tombe lentement à 1 370° C.

Enfin le numéro 5 (verre de Darwin) commence à s'allonger à 1 400° C. et tombe à 1 450° C.

Pour la billitonite, ces différents résultats se rapprochent de ceux fournis par M. Brun (1)

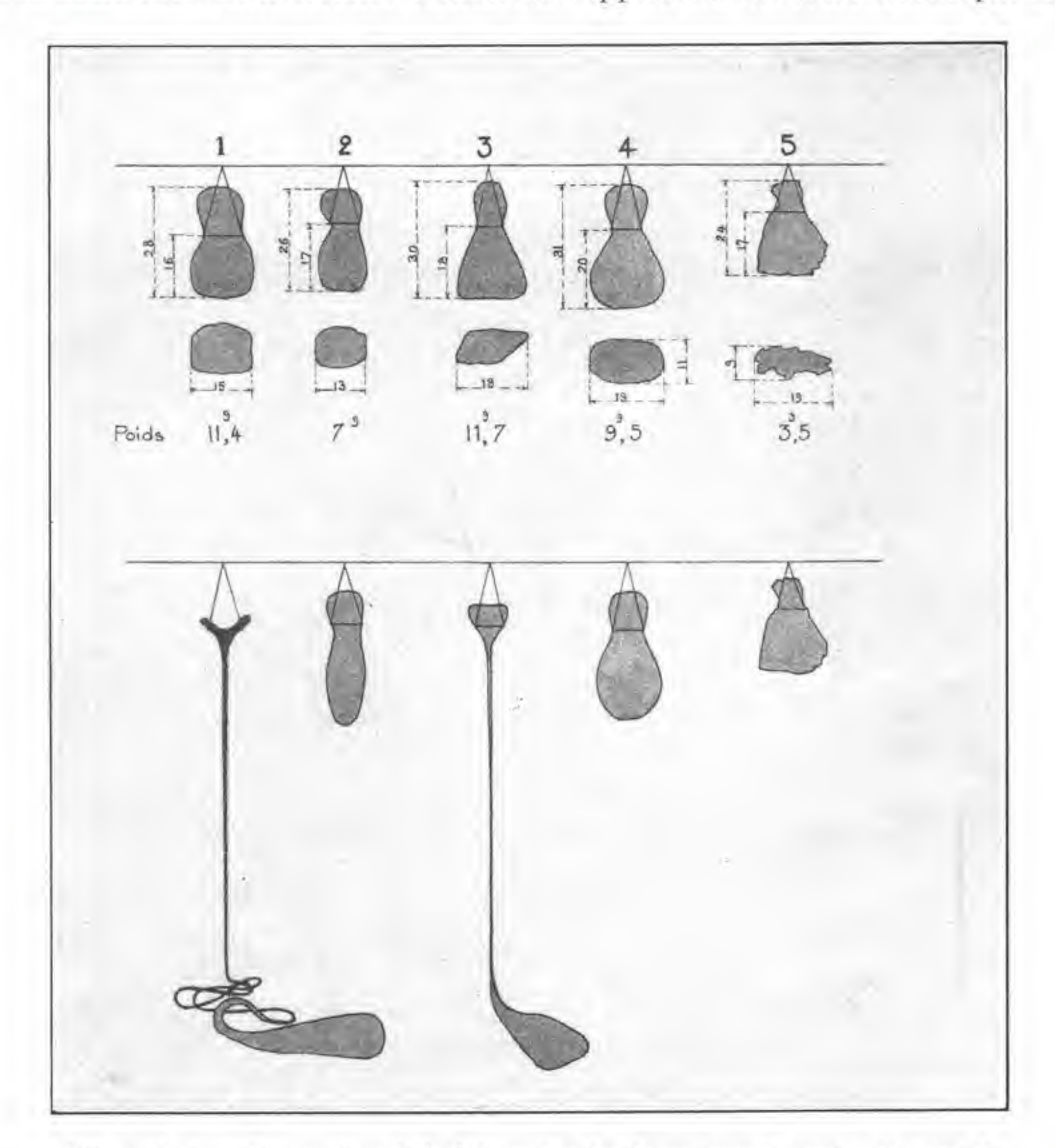


Fig. 42 et 43. — Comparaison de la déformation des divers types de tectites à 1 200° C.

et M. Wing Easton [6], surtout en ce qui concerne les températures du début. Ces deux savants ont opéré avec des barreaux de billitonite.

M. Brun indique qu'à 806° C. la billitonite commence à fléchir, sans qu'on exerce une pression sur elle ; elle se ploie spontanément entre 871° et 883° C. Elle se moule sur le creuset à 1 055° C.

(1) *Op. cit.*, p. 123.

M. Wing Easton a obtenu respectivement, pour les mêmes stades de déformation, 800°, 880° et 1 050° C. Pour le dernier, il indique des températures plus élevées (1 200° à 1 250° C.). Il parle de point de fusion et donne 1 324° C. pour l'australite ; il indique qu'à 1 400° la moldavite « fond tranquillement ».

Ces résultats n'ont pas la prétention de comporter une haute précision; d'ailleurs d'autres essais ont montré de petites variations individuelles dues certainement à de légères variations chimiques, mais ils sont suffisant pour montrer que le comportement vis-à-vis de la chaleur suit exactement les variations de composition chimique décelées par l'analyse. En ce qui concerne la fusion, l'analogie est remarquable entre toutes les tectites d'Extrême-Orient, qui sont les plus fusibles de toutes. Au point de vue de la difficulté croissante de fusion, se placent ensuite les australites, les moldavites et enfin le verre de Darwin. C'est là l'ordre des tableaux donnés plus haut, dans le résumé de la composition chimique et aussi de la densité et de la dureté des tectites.

VI

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

LES HYPOTHÈSES

L'étude des tectites de l'Indochine française, des points de vue minéralogique, chimique et physique, étant achevée et ses résultats, comparés à ceux fournis par l'examen des tectites antérieurement connues dans d'autres régions, proches ou très lointaines, il reste à se demander si, de cette étude, il est possible de tirer quelques conclusions d'ordre général.

Les gisements connus dans l'Insulinde et dans la péninsule malaise n'ont fourni qu'une petite quantité d'échantillons de tectites ; pour certains d'entre eux, c'est par unités qu'on les compte.

Il n'est pas sans importance d'avoir fait connaître un nouveau centre de dissémination de ces curieuses roches et d'avoir pu montrer qu'en divers points de l'Indochine française, sur une distance méridienne de plus de 1 200 kilomètres, le sol en est parfois jonché. Il ne s'agit donc plus d'une rareté lithologique. Par milliers et milliers, il est possible de recueillir ces documents ; par leur abondance, ils dépassent tout ce qui avait été constaté jusqu'alors, non seulement en Extrême-Orient, mais aussi dans les autres parties du monde.

On a vu plus haut que l'ensemble des tectites connues constitue, au point de vue chimique, une *série lithologique* très homogène et très caractéristique. Elle peut être intégrée dans les roches terrestres, mais on ne trouve pas dans celles-ci de types rigoureusement identiques.

Dans une région déterminée, l'Indochine par exemple, la composition chimique ne subit que des variations insignifiantes, à travers des distances considérables, et cette conclusion peut être étendue encore à la péninsule malaise et à l'Insulinde.

Or, pour aucune série lithologique terrestre, et dans aucune région du globe, l'on ne constate, sur de tels espaces, une semblable uniformité de composition chimique et une structure exclusivement vitreuse de tous les types. Il faut ajouter encore que la nature et le peu d'abondance des gaz sont également du même ordre dans l'ensemble des tectites.

Cette similitude n'est pas moins frappante, si l'on se tourne du côté des propriétés physiques, en relation avec la composition chimique, et elle se rencontre encore en ce qui concerne l'absence de toute trace de cristallisation dans les tectites, en contraste avec ce qui est constant dans les verres naturels terrestres.

L'identité paraît moins parfaite, au premier abord, quand on considère les formes figurées présentées par les tectites dans les diverses régions et aussi leurs sculptures, mais

on a vu, par l'étude détaillée de ces propriétés que, si certains types sont caractéristiques de certaines régions, ils se retrouvent, au moins comme exception, dans la plupart des autres.

Enfin identiques encore sont les conditions de gisement dans tous les pays : les petits fragments de verre que sont les tectites sont distribués dans des alluvions du Quaternaire ou tout au plus du Tertiaire récent, où ils ont été concentrés par le ruissellement.

Une telle concordance de caractères et de particularités entraîne d'une façon nécessaire la démonstration d'une communauté d'origine, quelle que soit l'opinion que l'on puisse avoir sur la nature de celle-ci, et encore d'une communauté de toute l'histoire des tectites. Il est donc impossible d'échapper à la nécessité de ne traiter la question de leur origine que d'une façon tout à fait générale.

Ceci étant posé, voyons les hypothèses qui ont été formulées, à cet égard, et que j'ai brièvement énumérées dans les premières pages de ce Mémoire. Elles peuvent être groupées sous plusieurs rubriques.

I. — HYPOTHÈSE D'UNE INDUSTRIE HUMAINE

Les premiers observateurs des tectites (en Bohême) les ont considérées comme des restes d'une antique fabrication par l'homme.

Une objection préjudicielle doit être faite qui, à elle seule, pourrait dispenser de tout autre argument. Bien que l'âge des alluvions renfermant les tectites dans tous les gisements connus n'ait pu être établi avec certitude, il est bien vraisemblable que leur mise en place est antérieure au début de l'humanité.

Mais, même s'il n'en était pas ainsi, l'uniformité de composition chimique dans une même région et la différence de cette composition avec celle de tous les verres artificiels connus, le peu de différence de composition chimique existant entre les tectites de régions aussi éloignées les unes des autres que la Bohême, l'Australie et l'Indochine, la difficile fusibilité résultant de cette composition, impliquent des procédés industriels compliqués pour la fabrication d'un tel verre. Ces conditions écartent sans réserve toute possibilité d'une fabrication par des hommes, et surtout par des hommes de civilisation primitive dont les traces, d'ailleurs, manquent dans la plupart des régions de l'Australie.

II. — HYPOTHÈSE D'UNE ORIGINE VOLCANIQUE TERRESTRE

Les objections contre une origine volcanique terrestre, pour être moins dirimantes, ne sont pas moins définitives.

Il en est de minéralogiques et de chimiques. On vient de voir en quoi les tectites se distinguent des obsidiennes terrestres. L'absence totale de cristallinité est la conséquence d'un refroidissement beaucoup plus rapide et, étant donné la composition chimique, de leur extrême pauvreté en gaz. Là où des obsidiennes ont été projetées par des explosions

de volcans terrestres, l'on n'y voit pas les caractères morphologiques spécifiques des tectites.

Il en est de géologiques. L'exemple de l'Indochine m'a permis de montrer qu'il n'y a aucune relation de composition entre les tectites et le sol sur quoi on les rencontre. De vastes espaces riches en tectites sont dépourvus de toute trace de volcanisme récent ; dans d'autres, on observe des coulées de laves d'âge tertiaire ou quaternaire, mais de basaltes seulement, et ceux-ci ne présentent pas de ressemblance magmatique avec les tectites.

Si les tectites avaient été fournies par des volcans terrestres, ceux-ci auraient dû être exclusivement de nature explosive ; l'énorme importance des surfaces intéressées en Indochine, par exemple, impliquerait nécessairement d'innombrables points de sortie ; il serait étrange que l'on n'ait trouvé aucun de ceux-ci. Il est vrai que, pour répondre à ces objections, en ce qui concerne l'Australie, M. Dunn a émis l'hypothèse de volcans qui auraient projeté à une distance aussi formidable qu'insolite les petits boutons d'australite ; d'après lui, ceux-ci auraient pu se maintenir dans l'espace, allégés qu'ils étaient par leur grosse bulle gazeuse centrale, et être entraînés au loin par des courants aériens, mais on doit faire remarquer que toutes 'es australites ne renferment pas de bulles et que celles qui sont dans ce cas se trouvent pêle-mêle avec d'autres qui en contiennent. Il en est de même, en Indochine et en Malaisie, pour les tectites sphériques renfermant une grosse bulle gazeuse et celles qui en sont dépourvues. D'ailleurs, si l'on voulait faire intervenir dans ce débat de grands cataclysmes tels que celui du Krakatau, il ne faudrait pas oublier que les blocs un peu volumineux, ponceux ou non, rejetés par les explosions de ce volcan, sont restés localisés à son voisinage immédiat et que les matériaux transportés à une énorme distance ont été uniquement constitués par de la poussière impalpable qui ne saurait en aucune façon être comparée aux tectites, dont la masse n'est jamais négligeable.

Enfin, on ne peut comprendre comment, dans trois parties du monde aussi éloignées les unes des autres, ces explosions à caractère mystérieux auraient pu être alimentées par un magma identique ou très voisin, et fort différent de tous ceux des régions volcaniques terrestres connues, alors que rien dans la nature de ce magma ne peut expliquer des propriétés explosives d'une violence spéciale.

Toutes ces considérations, auxquelles il serait sans doute possible d'en ajouter d'autres, rendent vain tout appel aux volcans terrestres (1).

III. — HYPOTHÈSE D'UNE PRODUCTION PAR LA FOUDRE

L'assimilation des tectites aux *fulgurites*, faite au sujet de celles d'Australie, ne peut pas davantage se défendre, soit que l'on fasse appel à l'action de la foudre sur ces épaisses masses de poussière soulevées par le vent dans la partie désertique de l'Australie, soit à son action sur le sable du désert.

Le phénomène de la production des fulgurites est toujours très localisé ; il ne conduit

(1) Diverses hypothèses complémentaires ont été émises pour expliquer la dissémination des australites et qui ne peuvent pas davantage être prises en considération à un point de vue général ni même particulier : transports par l'homme, par des oiseaux et notamment les Émeus (*Emu stones*), par le vent, par les eaux, par les glaces, etc.

qu'à la fusion d'une quantité très limitée de matériaux. Quand il s'agit du sable des dunes, il détermine la formation de tubes de silice fondue (*lechateliérite*) fragiles, minces, unis, vitreux, sur la paroi interne, raboteux et encroûtés de grains de quartz à leur périphérie ; ils ne présentent aucune analogie de forme avec les tectites (1).

D'ailleurs, tout ce qui vient d'être dit au sujet de la composition chimique des tectites comparée à celles des laves terrestres s'appliquerait *a fortiori* aux fulgurites.

Si les tectites avaient été formées par l'action de la foudre, il faudrait que la poussière ou le sable mis en action aient eu la même composition sur d'immenses espaces et dans des régions très diverses. De telles coïncidences ne peuvent être admises.

IV. — HYPOTHÈSE DE GELS DÉSHYDRATÉS

J'insisterai davantage sur une hypothèse formulée par M. Wing Easton [**6**], car elle est la plus récente (2) et qu'elle pose la question sur un terrain complètement différent de ceux envisagés jusqu'alors. Ce géologue a mis en cause non seulement l'origine, mais la nature même des tectites, qui, jusqu'alors, n'avait pas été contestée. A ses yeux, elles n'ont pas été produites par fusion, mais par voie aqueuse. Ce ne sont pas des *verres*, mais des *gels déshydratés*, aussi les appelle-t-il des *xérolithes*. Son hypothèse est basée sur une interprétation de la morphologie des tectites tout autre que celle exposée dans ce Mémoire.

Elles se seraient formées par l'action, sur les roches du substratum, de solutions colloïdales dérivées de l'humus, dû lui-même à la décomposition de la végétation tropicale. M. Easton a particulièrement étudié les billitonites. Leur couleur, leur teneur en CO^2 et en CO sont, à ses yeux, les dernières traces de ces solutions humiques.

La coagulation par des électrolytes de ces *sols* humiques et minéraux donnerait un *gel* dont, pendant la saison sèche, l'eau gagnerait peu à peu la surface, seule exposée à l'air, d'où elle s'échapperait. Ce gel subirait alors une contraction ; pendant la saison humide, au contraire, il absorberait de l'eau en se gonflant. La répétition de ces phénomènes alternatifs déterminerait des apports successifs de matière, stratifiés en couches de même composition chimique donnant l'illusion d'une masse continue. La dessiccation prédomine-t-elle sur l'hydratation, il en résulte, en dernière analyse, une matière irréversible, complètement dépourvue d'eau. Elle finit par prendre une apparence vitreuse : c'est alors la tectite définitive.

Comment expliquer les formes observées dans les billitonites ? Dans cette masse homogène, M. Wing Easton voit apparaître des fissures de retrait, comparables aux cassures perlitiques des verres volcaniques ; elles délimitent des sphères, des ellipsoïdes, etc., formes les plus fréquentes dans les billitonites, et toutes ces formes sont disséminées dans une masse craquelée en petits fragments irréguliers qui vont être progressivement détruits ou entraînés par le ruissellement. Ainsi deviendraient libres les pièces à forme figurée.

(1) A. Lacroix, Sur les fulgurites exclusivement siliceuses du Sahara oriental (*Bull. Soc. franç. minér.*, XXXVIII, 1915, p. 133, 198 + 3 pl.) et Nouvelles observations sur les fulgurites exclusivement siliceuses du Sahara (*Ibid.*, LIV, 1931, p. 75).

(2) M. P. Hövig a admis, au moins partiellement, cette théorie (*Verhandl. v. h. geol. Mijnbouwk. gen. Nederland. en Kolonien*, Geol. Ser., Deel. VII, 1923, p. 1-23).

Tant que la masse est continue, le départ de son eau ne peut s'effectuer que par la surface, mais, dès qu'elle est fissurée, il a lieu dans des directions variées, et, dans les deux cas, l'échappement de bulles gazeuses produit à la surface de l'ensemble ou des parties toutes les catégories de sculptures appelées plus haut des *corrosions* et dont l'auteur a fait une minutieuse description, accompagnée de fort belles photographies. Ce départ a été un phénomène longuement prolongé, puisque ces ornements s'observent même sur les cassures récentes.

Ainsi défini, le mode de genèse dépend de conditions climatiques spéciales et, par suite, puisque les tectites ne se produisent plus actuellement, M. Wing Easton est conduit à penser que des modifications profondes de climat ont eu lieu depuis la fin du Tertiaire dans toutes les régions où se rencontrent les tectites.

On voit que le nœud de la question consiste à savoir si les tectites sont ou ne sont pas des verres. En se plaçant surtout au point de vue physique, M. Van der Veen a discuté la théorie [**26**] ; il a tout d'abord exposé quelles sont les propriétés générales des colloïdes, puis s'est efforcé de montrer que ces propriétés ne sont pas possédées par les tectites.

Un hydrogel est un système à deux phases ; quand on le chauffe à la pression atmosphérique, il perd peu à peu son eau, c'est-à-dire l'une de ces phases, et il ne reste plus que la seconde, consistant en un solide. Un gel de silice, avec plus ou moins d'autres corps, perd cette eau à une température relativement basse, se fissure, puis tombe en poudre. Si l'on chauffe progressivement le produit devenu anhydre, il ne subit pas de ramollissement, tant que n'a pas été atteint son point de fusion. Il passe alors brusquement de l'état solide à l'état liquide ; ce passage correspond donc à une discontinuité nette dans les propriétés du corps.

Il n'en est pas de même pour un verre. Malgré son aspect solide, c'est, en réalité, un corps liquide doué d'une très haute viscosité (Voir p. 266), mais celle-ci diminue progressivement, au fur et à mesure qu'augmente la température. Il ne faut plus parler de point de fusion, mais d'intervalles plus ou moins grands de température conduisant de l'apparence solide à la liquidité. Or, des expériences de M. Wing Easton lui-même et de celles de M. Brun sur les billitonites, aussi bien que des miennes sur l'ensemble des tectites, il résulte que celles-ci présentent la continuité caractéristique des verres.

Ce que M. Wing Easton considère comme une stratification de couches produites par des dépôts successifs, à la façon des agates, est en réalité la texture fluidale, caractéristique des verres fondus. Elle ne diffère de celle observée dans beaucoup d'obsidiennes qu'en ce que les mouvements auxquels a été soumis le verre des tectites ont été plus violents et plus compliqués.

Les contorsions (plissures) de cette fluidalité rappellent celles réalisées dans une perle de borax sous la pression du dard de la flamme du chalumeau. Une telle texture, fréquente dans les verres et les scories artificielles, ne se présente jamais dans les « sols ». Si les tectites ne renferment pas de cristallites, comme les obsidiennes, c'est, comme nous l'avons vu déjà, parce que leur refroidissement a été trop brusque.

D'autres objections ont été faites par M. Van der Veen. L'effet Tyndall fourni par les hydrogels transparents ou translucides n'est pas donné par les tectites (1).

Un gel siliceux frais examiné à l'aide de la méthode de Debye et Scherrer fournit l'anneau noir des corps amorphes, mais, quand le gel est déshydraté, il donne un spectre de poudre démontrant l'existence d'une structure cristalline. Or, les tectites donnent le spectre des corps amorphes, comme tous les verres.

Enfin, des arguments décisifs sont basés sur d'autres propriétés des gels minéraux. La diffusion des gaz dans les hydrogels se fait par des pores, et non par des bulles. Une fois déshydratés, ils restent poreux ; ils renferment de petites cavités microscopiques pleines d'air ; ils happent à la langue. Ils conservent cette porosité, même après chauffage prolongé, à haute température. C'est là une différence capitale avec les tectites : les sculptures de la surface de celles-ci ne peuvent donc pas être expliquées par le départ de bulles gazeuses d'un gel en voie de dessiccation.

Si l'on admettait, pendant un instant, que de telles bulles puissent être produites ou rester incluses dans un gel, elles ne pourraient y cheminer qu'avec une extrême difficulté.

Admettons cependant encore que de telles bulles aient pu s'y mouvoir : cela impliquerait pour le gel une consistance si faible qu'après leur départ ces bulles n'y auraient laissé aucune trace. Si, au contraire, le gel avait été assez résistant pour que les bulles aient laissé trace de leur passage, la force nécessaire pour les mettre en mouvement aurait dû avoir une puissance considérable.

J'ajouterai qu'il y a antinomie entre la constance et l'abondance de ces sculptures et l'habituelle absence complète de bulles dans les pièces qui les renferment.

Enfin, j'ai donné, plus haut, les raisons pourquoi il semble évident que toutes les sculptures sont dues à des corrosions chimiques.

Il apparaît donc que, du point de vue physico-chimique, il est impossible d'admettre que les tectites soient des gels déshydratés.

On peut ajouter que les observations faites sur les tectites d'Indochine apportent une série d'arguments prouvant leur nature vitreuse. La forme de certaines d'entre elles, la possibilité de les reproduire artificiellement par fusion, à partir de fragments du produit étudié, apportent une démonstration sans réplique de leur origine pyrogène.

Enfin, je considère comme un argument très important contre toute hypothèse faisant intervenir une genèse par altération de roches terrestres ce fait que, parmi plusieurs milliers d'échantillons de tectites étudiés, et provenant aussi bien de l'Indochine que d'ailleurs, on n'en a trouvé aucun adhérant aux roches aux dépens de quoi elles se seraient formées. Dans aucune d'entre elles, il n'a été possible d'observer la moindre enclave de débris du sol sur quoi elles se seraient produites. Or, on ne comprendrait pas comment un produit résultant de la décomposition des silicates alumineux d'un granite, d'un gneiss, d'une arkose, n'aurait jamais, et en aucune circonstance, englobé le moindre fragment de quartz,

(1) Cette objection n'est pas définitive, ainsi que me l'a fait remarquer M. Duclaux, car il est des verres qui donnent l'effet Tyndall, et peut-être les tectites le donneraient-elles si leur couleur foncée n'empêchait de les examiner dans des conditions plus favorables.

l'élément le plus abondant et le plus résistant des roches de ce genre, alors que, dans maints gisements en place, on rencontre des fragments de latérite associés aux tectites ou moulés sur elles jusqu'à pénétrer dans leurs plus fines sculptures, et ces fragments renferment toujours de petits grains de quartz englobés dans la matière ferrugineuse.

Si les tectites étaient un produit de décomposition de roches terrestres, bien étranges seraient leur localisation dans l'espace, leur présence dans des régions de climat si différent et leur absence dans tant de régions soumises au même climat que celles où on les trouve.

Enfin, comment expliquer la constance de composition des tectites sur d'aussi vastes espaces dont les roches du substratum ont toutes les compositions possibles ?

V. — HYPOTHÈSE D'UNE ORIGINE EXTRA-TERRESTRE

C'est l'impossibilité d'admettre aucune des hypothèses précédentes qui a conduit Walcott et Verbeek, pour les australites et les billitonites, puis M. Frank E. Suess, pour les moldavites, à proposer, sous des formes différentes, l'hypothèse d'une origine extra-terrestre. A M. Suess revient le mérite d'avoir fait la fortune de cette hypothèse, mais, ainsi que je vais le montrer, ce ne sont pas ses arguments qui paraissent devoir entraîner la conviction.

Signification théorique des sculptures des tectites. — Je n'exposerai pas en détail la longue défense de ses idées [**23, 24**], que M. Suess a présentée fort habilement ; j'indiquerai seulement que son argument principal repose sur la considération du mode de sculpture des moldavites et sur ses relations avec leur forme ; il a insisté sur l'importance de la disposition radiale des hachures et la forme dentelée qu'elles impriment aux contours des pièces. M. Suess voit là le résultat de l'action mécanique due à la résistance de l'air rencontré par les tectites dans leur si rapide traversée de l'atmosphère terrestre. Ce serait, d'après lui, l'homologue des *piézoglyptes* (Daubrée) des météorites classiques. Il s'appuie aussi sur la comparaison des sculptures des moldavites et des ornements des pierres du désert, burinées par le vent et le sable (1), et encore sur des expériences faites en soumettant une surface de colophane à l'action d'un violent courant d'air chaud.

M. Suess n'accepte donc pas l'hypothèse d'une corrosion chimique, malgré les expériences faites par divers auteurs et par lui-même, en attaquant des tectites par HF.

Plus récemment, M. Hanus a repris la question [**7**], en cherchant à combiner les deux points de vue, et en s'efforçant d'établir une discrimination entre les sculptures dues à l'action de l'air au cours de la chute et des corrosions d'origine terrestre.

J'ai personnellement étudié, avec grand soin, la météorite (*eucrite*) de la chute de Jonzac (Charente), possédant une structure orientée qui jadis a été décrite par Fleuriau

(1) M. P. Hövig a fait intervenir cette cause pour l'interprétation des sculptures des billitonites (*op. cit.*).

de Bellevue (1) et, récemment, par moi-même (2). Elle présente deux portions différemment orientées; la partie antérieure de la pierre a une forme conique; elle est sillonnée de rigoles d'un verre noir, à disposition centrifuge et, par suite, perpendiculaire aux contours. Elles sont sinueuses, souvent bifurquées, jamais annelées et séparées les unes des autres par des crêtes étroites. Mais ce verre constitue un simple vernis ; ces ornements vitreux n'ont pas une grande profondeur. Leurs parois ne sont pas abruptes. Leurs crêtes ne sont pas tranchantes, mais arrondies par la fusion. Le pourtour de la météorite n'est pas dentelé, bien au contraire; le verre, repoussé en arrière, s'est accumulé, sous forme de bourrelet, sur la bordure de la pièce pour descendre sur la face postérieure de la météorite, qui ne présente que de gros piézoglyptes de forme banale.

Les sculptures ne sont pas dues à la résistance de l'air au cours de la chute. — L'analogie de quelques particularités des météorites avec celles de certaines moldavites, n'est donc qu'apparente. D'ailleurs, si le ruissellement du verre formé par la fusion dû au frottement de l'air sur la surface d'une pierre peut se concevoir, quand celle-ci a des dimensions assez grandes, je ne comprends guère le burinage de sculptures longues, profondes et souvent compliquées, à la surface de petits fragments pierreux n'ayant qu'une très faible masse, ne pesant parfois que quelques grammes.

Cette disposition centrifuge, si nette dans certaines moldavites, n'est qu'un cas particulier du phénomène qui s'étend à l'ensemble des tectites. J'ai montré plus haut l'identité structurale des gouttières des moldavites et de celles des tectites d'Extrême-Orient. Or, dans ces dernières, la disposition centrifuge n'est qu'un cas fort rare. Les gouttières vermiformes se rencontrent sur des pièces de toutes les formes possibles, et elles y offrent des positions diverses ; elles ne sont donc pas liées seulement à la forme des pièces, mais aussi à l'état de la surface de celles-ci. Je vais revenir plus loin sur cette question.

La figure 18 de la page 177 représente un fragment polyédrique de billitonite sans forme figurée et limité par des cassures récentes. On distingue, en haut de la figure, une fissure verticale béante ; elle mesure 6 millimètres de profondeur. Son fond possède la structure d'une gouttière vermiforme et ses deux surfaces verticales sont polies. A l'envers de la pièce, se trouvent plusieurs cassures du même genre s'entrecoupant et conduisant à une sorte de caverne, de forme compliquée, qui ne s'est pas prêtée à une photographie suffisamment claire. Chacune de ces cassures élémentaires béantes possède la même structure que la gouttière principale. Il est impossible d'interpréter la genèse de ces sculptures intérieures par le frottement de l'air sur la pièce en mouvement, alors que leur explication par une corrosion chimique s'impose.

La fraîcheur des arêtes vives des pointes des tectites de l'Indochine, de l'Insulinde et des moldavites sculptées, recueillies dans les alluvions, les détails de certains ornements, tels que les tables des billitonites de Billiton n'auraient pu subsister, si les pièces étaient tombées

(1) FLEURIAU DE BELLEVUE, Mémoire sur les pierres météoriques et notamment sur celles tombées près de Jonzac, au mois de juin 1819 (*J. de Physique*, XIII, 1821, p. 136 + 2 pl.).

(2) A. LACROIX, L'eucrite de Béréba (Haute-Volta) et les météorites feldspathiques en général [*Archiv. du Muséum*, Paris (6), I, 1926, 17-58. Cf. la pl. III].

à terre dans leur état actuel et, *a fortiori*, si les tectites avaient été sculptées avant le transport par le ruissellement qui les a amenées dans l'alluvion où elles reposent.

Les sculptures sont dues à des corrosions chimiques. — Tous ces arguments, joints à ceux qu'en passant j'ai donnés déjà dans la partie descriptive de ce Mémoire (Cf. p. 169), convergent donc pour faire regarder comme nécessaire la théorie de la sculpture de la surface des tectites par une corrosion chimique.

Une telle explication a déjà été émise par divers auteurs, notamment par F. Berwerth : elle a été longuement discutée par M. Van der Veen [**27**] ; ce dernier a fait de nombreuses expériences avec lesquelles concordent tout à fait celles effectuées dans mon laboratoire et qui ont été relatées plus haut ; la comparaison des figures 9 et 10 de sa planche III fait voir que les cupules coalescentes obtenues par l'action de l'acide fluorhydrique étendu sur une surface de billitonite polie sont identiques à celles de la Nature, et en particulier à celles des tectites du Cambodge représentées par mes planches IX et X. Ce sont celles qui se rencontrent dans le cas où les pièces corrodées n'ont pas une texture d'étirement très marquée. Il en est de même pour les cannelures liées à cette texture.

Reste à expliquer les formes plus complexes et particulièrement les gouttières vermiformes. Les figures 5 *a*, *b*, *c*, de la planche II du même auteur font voir qu'elles aussi peuvent être reproduites par le même procédé d'attaque.

Relations entre les gouttières et des fissures. — M. Van der Veen attribue la production des gouttières à l'existence de fissures de retrait, ouvertes à la surface primaire de la pièce, fissures qui sont souvent liées à la forme de celles-ci et à la composition chimique déterminant une viscosité plus ou moins grande.

M. H. Michel [**17**] a insisté sur l'influence de l'hétérogénéité (Schlieren) et des différences de tension interne du verre : cette question paraît devoir réclamer des expériences, car les différences chimiques dont il s'agit sont bien faibles pour entraîner une telle conséquence. La production des fissures me semble être plutôt en relation avec les conditions de refroidissement de la pièce.

Quoi qu'il en soit, suivant ces diverses particularités et conditions, ces fissures ont pris des dispositions variées, par exemple équatoriale dans les cylindres, parallèle à l'étirement, là où celui-ci est très marqué.

La corrosion s'est propagée plus ou moins loin suivant la profondeur de ces fissures, donnant ainsi les gouttières. Les fissures s'entre-croisent-elles, les gouttières résultantes sont elles-mêmes entre-croisées, et comme les fissures n'ont pas nécessairement toutes pénétré aussi loin dans la pièce, le fond des gouttières conjuguées ne peut ne pas être sur le même plan dans chacune d'entre elles. Le cas de l'échantillon de Billiton décrit plus haut donne une confirmation de ces vues. Les fentes (et les gouttières qui en résultent) de la poire, représentée par les figures 3 et 4 de la planche I sont aussi tout à fait typiques à cet égard.

On comprend que sur les pièces aplaties, comme certaines moldavites, les fissures de retrait puissent diverger d'un centre, mais ce n'est pas une nécessité pour ce type de forme,

car, sur beaucoup de plaques de Tan-hai, les gouttières vermiformes sont orientées parallèlement à une seule direction (Pl. XI, fig. 3), celle de l'étirement du verre.

D'autre part, la disposition centrifuge se voit aussi bien sur les parties bombées de ma figure 10 que sur les surfaces plates des figures 8 et 9 (p. 172 et 173).

On a vu que souvent les différentes faces d'une même tectite portent des corrosions d'importance et de type différents (1). Cela est dû à ce que les diverses surfaces n'ont pas le même âge, les unes pouvant être primaires, les autres dues à des fractures secondaires, qui peuvent ne pas être contemporaines entre elles, fractures dues les unes à des traumatismes (2), les autres à des ruptures occasionnées par la trempe.

On s'est demandé pourquoi, dans tous les gisements, la surface des bulles gazeuses ouvertes est toujours à peine corrodée. M. Van der Veen a proposé l'explication suivante : la surface originelle de ces bulles était très homogène et très brillante, aussi a-t-elle mieux résisté à la corrosion qu'une cassure quelconque. Cela est certainement vrai d'une façon générale, mais on trouve souvent, à Tan-hai et au Lang-Bian, des tectites où la bulle et les cassures, au milieu de quoi elles apparaissent, présentent le même degré de corrosion. Il est probable que, dans ce cas, ces cassures, dues à la trempe, ne sont pas anciennes, ce qui explique leur fraîcheur relative (Cf. p. 168).

Agents de la corrosion. — Toutes les expériences relatées au cours de ce Mémoire et celles des autres auteurs (3) ont été faites à l'aide du même agent corrosif, l'acide fluorhydrique, mais avec diverses techniques : acide naissant, formé par l'action de l'acide sulfurique sur de la fluorine pulvérisée dans quoi était plongée la tectite ; acide dilué, employé à la température ordinaire, et pendant un temps plus ou moins long ; acide concentré, froid ou bouillant, agissant pendant un temps très court.

En ce qui concerne les tectites de Billiton, M. Van der Veen a fait remarquer que les alluvions de cette île renfermant de la pyrite et de la fluorine, la réaction des produits d'oxydation du premier de ces minéraux sur le second a pu fournir l'acide fluorhydrique nécessaire à l'attaque des tectites. Ce sont là des conditions très particulières qui ont pu être réalisées parfois dans les alluvions stannifères, mais qui n'ont pas le caractère de généralité indispensable pour une explication d'ensemble du phénomène, et particulièrement du cas de toute l'Indochine.

Il est plus vraisemblable qu'il s'agit essentiellement d'un corrosif bien plus faible, mais qui a eu, pour soi, ce qui manque aux expérimentateurs (4), l'immensité du temps ; je veux parler, en particulier, de l'anhydride carbonique, des acides humiques, résultant de la décomposition active de la végétation sous les climats tropicaux (5). Mais c'est là une question qui, pour l'instant, ne peut être précisée.

(1) Il ne s'agit pas ici du cas des poires aplaties et des plaques à faces parallèles dont il est question page 174. Il est probable que là les différences de corrosion sont dues en partie à des différences dans la circulation des solutions corrosives et à un contact de la surface inférieure, avec celles-ci, plus prolongé au moment où a été amorcée la corrosion.

(2) M. B.-G. Escher a signalé aussi dans les billitonites des corrosions dont il lie l'origine à des rainures circulaires dérivant de cônes de percussion (Ueber die Entstehung des Reliefs auf den sogenannten Rillensteine. *Geol. Rundschau*, 1913).

(3) MM. B. Jezeck, J. Woldrich, G.-P. Merrill, F.-E. Wright, en particulier.

(4) Ils ont été forcément trop pressés, et leurs expériences trop rapides n'ont pas permis d'obtenir d'aussi belles sculptures que celles observées dans la nature.

(5) Les tectites les moins sculptées sont celles de l'Australie, au climat très sec ou même désertique.

En tout cas, les eaux ont emporté, par dissolution, les produits solubles de la corrosion et éventuellement, par entraînement mécanique, les résidus insolubles, de telle sorte que la surface attaquée est nette comme s'il s'agissait d'une simple dissolution.

VI. — RELATIONS DES TECTITES ET DES MÉTÉORITES

Des discussions qui précèdent, il résulte qu'il faut admettre comme la plus vraisemblable l'origine extra-terrestre des tectites ; dans ce cas, celles-ci sont issues de bolides, dont les débris ont été essaimés sur trois régions distinctes de la Terre.

Elles constituent une catégorie spéciale des roches extra-terrestres, jusqu'à présent uniquement connues sous forme de *météorites*.

Le mot hypothèse est revenu si souvent sous ma plume dans ce mémoire que je ne veux pas m'aventurer plus loin dans la question de provenance de ces bolides, où la minéralogie n'a plus rien à voir, et qui ne peut se discuter qu'à l'aide de spéculations théoriques, où seuls les astronomes sont à leur aise ; encore seront-ils difficilement d'accord sur un semblable point de vue.

Il faudrait, en effet, se demander si de tels bolides sont venus directement des espaces interstellaires, ou bien s'ils tirent leur origine du système solaire. Dans ce dernier cas, s'agit-il de la destruction, par éclatement ou choc mutuel, de petites planètes analogues à la Terre ou bien de ces fragments, séparés par de grands intervalles, qui, d'après les théories actuelles (1), constituent les comètes ?

Je pense qu'il n'est plus opportun de songer aux volcans de la Lune.

Plus modeste, je me contenterai de chercher ce que les propriétés des tectites nous permettent de supposer sur leur histoire, à partir du moment où le bolide est entré dans l'atmosphère terrestre, et déjà cette ambition paraîtra-t-elle grande !

Classification des météorites. — Les météorites se divisent en quatre groupes (2) : les *holosidérites*, formées uniquement ou presque uniquement, d'alliages de fer et de nickel ; les *syssidérites*, dans quoi une quantité variable de silicates est noyée dans ces mêmes alliages métalliques ; les *sporadosidérites* (aérolithes), essentiellement formées par des silicates associés à des grenailles discontinués de fer nickelé dont la teneur oscille entre 25 et 0 p. 100 ; et enfin, un quatrième groupe, très réduit, celui des *asidérites*, limite du précédent et correspondant au cas où les silicates existent seuls.

Dans la plus grande partie des météorites, les silicates (ortho et méta) renferment presque exclusivement de la magnésie et du fer ; la silice est peu abondante, elle est complètement ou presque complètement saturée, elle le serait entièrement si le fer était totalement oxydé. L'alumine, la chaux et les alcalis, avec prédominance de la soude sur la potasse, n'existent qu'en très faible proportion.

(1) JEAN BOSLER, Cours d'astronomie (III, *Astrophysique*, 1928, p. 476).

(2) A. LACROIX, Les météorites tombées en France et dans ses Colonies et conservées au Muséum national d'histoire naturelle, avec Remarques sur la classification des météorites (*Bull. Muséum*, 1927, n° 5, p. 411-454).

Parallélisme entre la composition des météorites et les matériaux constituant le centre de la Terre. — Daubrée a jadis insisté sur le parallélisme existant entre les météorites et les matériaux constituant le centre de la Terre. Vraisemblablement celui-ci est surtout formé par un noyau de fer métallique, recouvert par une zone de roches ultrabasiques, basiques ou simplement saturées, *péridotites* et *pyroxénolites*, comparables aux sporadosidérites, avec le fer métallique en moins ; elles sont donc plus oxydées. Les eucrites feldspathiques sont les homologues des basaltes terrestres.

Quant à la croûte extérieure de la Terre, qui forme l'enveloppe périphérique des zones précédentes et renferme surtout des roches granitiques, elle n'avait jusqu'à présent pas d'équivalent parmi les météorites.

Contraste entre la composition chimique des météorites et des tectites. — Cet exposé fait apparaître immédiatement le contraste existant entre la composition des météorites et celle des tectites riches en silice, en partie libre, car il n'existe qu'une quantité insuffisante de bases pour la saturer. Parmi celles-ci domine l'alumine, puis vient le fer, la magnésie, la chaux et enfin les alcalis, en quantité relativement importante, avec prédominance de la potasse sur la soude. On peut dire, en gros, que les éléments chimiques essentiels des tectites sont ceux qui sont peu abondants ou presque absents dans les météorites.

Il faut remarquer seulement qu'il existe un petit groupe de météorites, celui des *eucrites*, qui est alumineux, calcique, mais pauvre en alcalis, avec plus de soude que de potasse ; il établit le passage chimique aux tectites.

Les tectites équivalents des roches de la croûte terrestre. — Il est possible de faire rentrer les tectites dans la conception de Daubrée. Leur composition chimique permet de les considérer comme les équivalents de la croûte, entièrement oxydée, de la Terre. Comme cette croûte est peu épaisse par rapport au diamètre total de notre planète, par analogie, il faut considérer comme naturel que les tectites soient plus rares que les météorites comparables, à la masse principale profonde du globe terrestre.

Identité des gaz des tectites et des météorites. — La liaison intime des tectites et des météorites est encore confirmée par la considération des gaz extraits des unes et des autres. Ils sont qualitativement identiques (1) ; ce sont CO^2, CO, CH^4, Az, H, avec cette remarque que le gaz carbonique domine dans les météorites pierreuses, l'oxyde de carbone et l'hydrogène, dans les fers.

Ainsi, la présence de composés gazeux du carbone dans les tectites, considérée par M. Wing Easton comme un argument en faveur de la théorie des gels, se retourne contre cette conception.

Opposition de certains caractères morphologiques des tectites et des météorites. — Bien qu'ayant les unes et les autres une origine extra-terrestre, les tectites et les météorites se

(1) Les données sur les gaz des météorites sont dues surtout à A. W. Wright et à R. T. Chamberlin (Cf. O. C. FARRINGTON, *Météorites*, 1915, p. 190. Pour les gaz des tectites, voir p. 200).

présentent à nous non seulement avec des analogies mais aussi avec des caractéristiques extérieures distinctes. Je veux ici insister sur ces dernières.

A l'inverse des tectites, les météorites ont la forme de blocs anguleux, souvent de grande taille, résultant de la fragmentation de masses solides plus considérables. Leurs arêtes sont arrondies par fusion. Elles ne possèdent pas de formes propres. Leur structure minéralogique est holocristalline ou à peu près.

Les pierres (sporado-sidérites), qui doivent être plus particulièrement rapprochées des tectites, arrivent à terre, ayant conservé dans leur partie centrale, grâce à leur faible conductibilité calorifique, la basse température de l'espace interplanétaire, mais elles sont recouvertes par la croûte mince dont il a été question plus haut, à l'occasion de l'eucrite de Jonzac, et cette croûte est brûlante. Cette croûte, on pourrait dire cet enduit, car son épaisseur ne dépasse guère 1 millimètre, est constituée par un verre, et celui-ci résulte de la fusion de ses silicates sous l'influence de la chaleur, déterminée par la résistance de l'air pendant la traversée de l'atmosphère terrestre. Ce verre doit être en partie arraché et semé dans l'espace, sous forme de gouttelettes, mais comme cette traversée est extrêmement rapide, il est vraisemblable que cette perte de matière subie par les météorites est peu considérable relativement à leur masse.

Dans le cas des tectites, si l'interprétation donnée plus haut est exacte, la résistance de l'air n'est plus, comme pour la croûte des météorites, la cause efficiente de la fluidité qu'elles possédaient au cours de leur chute.

Certains auteurs ont parlé d'une croûte vitreuse sur certaines tectites ; cela me semble n'avoir pas de sens, puisque la totalité de la tectite est constituée par un verre. Une expérience relatée page 171 montre que, lorsqu'on cherche à imiter les larmes en milieu oxydant, il se forme quelquefois à la surface du verre un voile oxydé opaque. Je n'ai rien vu de semblable dans les tectites. D'ailleurs, s'il s'était produit quelque chose d'analogue, il est probable que les corrosions superficielles auraient fait disparaître ce voile. Peut-être cependant faut-il lui comparer des phénomènes d'oxydation signalés par M. Dunn dans les anneaux de certains boutons d'australite.

Quoi qu'il en soit, la résistance de l'air a dû constituer un appoint calorifique pour les tectites en retardant le refroidissement du verre à l'état de fusion et en leur permettant, pour certains cas, d'atteindre le sol dans un état suffisamment plastique pour pouvoir permettre des déformations à son contact, si toutefois est exacte l'interprétation des poires et des sphères aplaties et tourmentées, donnée plus haut.

Une fois à terre, les tectites ont été refroidies très brusquement, d'où la trempe et les ruptures qui rendent si rare la découverte de pièces intactes.

Si l'on tient compte des analogies et des différences qui viennent d'être relevées, on peut aller plus loin.

Les tectites ne sont pas entrées dans l'atmosphère terrestre à l'état de blocs vitreux. — Dans l'hypothèse de l'identité d'origine première des tectites et des météorites, peut-on admettre que les tectites aient été consolidées dans les mêmes régions extra-terrestres que les météorites ?

Des objections surgissent aussitôt contre une telle possibilité. Elles sont basées sur l'état physique des tectites. Alors que la croûte superficielle de la Terre est, à peu d'exceptions près, entièrement cristalline, pourquoi son homologue cosmique serait-il entièrement vitreux, à l'encontre de tout ce que nous savons sur l'histoire des météorites ?

En admettant même que cette croûte ait contenu des roches effusives siliceuses, analogues aux rhyolites terrestres, pourquoi celles-ci auraient-elles été *toujours* refroidies avec une rapidité telle qu'aucune cristallisation n'ait pu se produire dans leur masse vitreuse, tandis que, dans les roches analogues terrestres, l'état vitreux n'est pas prédominant et n'est *jamais* total ?

Fera-t-on intervenir des actions mécaniques extérieures pour expliquer la production de ce verre aux dépens de roches cristallines, le choc de deux masses se rencontrant dans l'espace planétaire, par exemple et déterminant la fusion totale de roches cristallines ? Il est difficile d'admettre qu'une telle fusion, si elle a été possible, n'ait pas laissé subsister au moins des traces d'un état antérieur, et, si un semblable phénomène a été réalisé, pourquoi se serait-il produit uniquement aux dépens de roches antérieures siliciques et jamais à ceux des météorites, qui sont beaucoup plus fréquentes ?

Enfin, si des blocs de verre avaient erré dans les espaces glacés interplanétaires, à la façon des météorites, ils auraient dû arriver dans l'atmosphère terrestre à l'état de blocs brisés, dépourvus de formes individuelles. Or l'étude des tectites donnée plus haut a fait voir que celles-ci ne se présentent qu'à l'état de très petites masses ayant des formes figurées modelées par fusion.

L'hypothèse de l'arrivée des tectites à l'état vitreux et glacé dans l'atmosphère terrestre, puis refondues dans celle-ci par un échauffement dû à la résistance de l'air, doit donc être rejetée pour de multiples raisons. Comme, d'autre part, il est inutile de discuter la possibilité de la venue dans l'atmosphère terrestre d'un bolide à l'état incandescent et fluide, il ne reste plus qu'une dernière alternative à envisager, et c'est la suivante :

Dans une étude sur la chimie des météorites (1), M. W. Wahl a donné une explication de la raison pour quoi l'on n'avait pas trouvé dans les météorites l'équivalent des roches granitiques. Ce qui caractérise l'ensemble des météorites, c'est leur pauvreté en oxygène, se traduisant par la fréquence et souvent l'abondance des métaux natifs (fer, nickel), par l'existence exceptionnelle de minéraux rares, tels que l'oldhamite (CaS), n'existant pas et ne pouvant pas exister dans les roches terrestres.

Si la comparaison faite par Daubrée est poussée jusqu'au bout, la croûte superficielle, la plus légère, doit être constituée par du silicium et des métaux peu denses : Al, Ca, Na, K, mais faute d'oxygène, comme le fer des zones sous-jacentes, ceux-ci ont dû rester plus ou moins complètement à l'état métallique.

Formation du verre des tectites par réaction chimique. — Or, on sait que tous ces métaux possèdent la propriété de se combiner violemment à l'oxygène, avec un énorme dégagement de chaleur. Si donc une météorite, essentiellement constituée par eux, pénètre dans l'atmosphère terrestre, tous ses constituants doivent immédiatement brûler et se volatiliser. Et

(1) WAHL WALTER, Beiträge zur der Chemie der Meteoriten (*Zeitschr. f. anorg. Chemie*, Bd. LXIX, 1910, p. 52).

ainsi M. Wahl explique l'absence de météorites riches en métaux légers et correspondant à la croûte terrestre. Mais on peut imaginer que cette volatilisation totale n'est complète que si la masse considérée est faible (cf. H. Michel [**17**]. Si, au contraire, elle est considérable, cette volatilisation peut être incomplète. Dans ce cas, les oxydes formés doivent fondre sous l'influence de la haute chaleur dégagée par la réaction et ainsi donner naissance à un verre qui ne sera autre que la matière des tectites. Les grosses bulles qu'elles renferment parfois sont, dans ce cas, les restes des produits gazeux issus de la réaction. Il est à penser que ce processus donne non pas d'importants volumes continus de ce verre, mais plutôt des averses de petites larmes, de gouttes, et ceci expliquerait l'absence constatée de tectites de grandes dimensions et la multitude de leurs petits fragments étalés sur d'énormes surfaces.

J'ai réalisé, il y a quelques années, une expérience qui peut éclairer le mécanisme d'un tel phénomène (1). Ayant fait venir de l'oasis de Tamentit, dans le Touat (Sahara algérien), une météorite holosidère pesant 500 kilogrammes, j'ai voulu en obtenir un morceau pour l'étude.

La Société de la Soudure autogène a bien voulu se charger de l'opération. Lorsque le dard du chalumeau oxy-acétylénique a entamé le bloc de fer, il s'est produit une gerbe incandescente magnifique, entraînant un nombre considérable de petits globules métalliques, aussitôt transformés périphériquement en magnétite, en même temps qu'il s'écoulait à terre du métal subissant la même oxydation partielle, il était couvert de globules analogues à ceux qu'entraînait le jet gazeux (2). C'est par un mécanisme de ce genre que je me représente la formation indiquée plus haut. La comparaison des formes de ces globules avec celles des tectites ne peut pas être poussée plus loin, car ces globules ont pris immédiatement une structure cristalline. Je dois dire que les bulles gazeuses y étaient abondantes.

D'autre part, la nécessité de masses initiales considérables de métaux oxydables pour réaliser ce mécanisme entraîne comme conséquence sa rareté, démontrée par le très petit nombre des régions à tectites.

La traversée de l'atmosphère par le bolide étant extrêmement brève, l'on comprend l'impossibilité de cristalliser pour ce verre très siliceux. La violence de la réaction dans le corps fondu, en mouvement rapide, explique l'intensité des mouvements internes désordonnés de celui-ci, décelés par les plissures des tectites.

Enfin, fait capital, si beaucoup de tectites sont des débris de fragments plus gros, un grand nombre d'entre elles ont des formes propres. A ce point de vue, les larmes et les poires de l'Indochine, si bien conservées, en témoignent d'une éloquente façon, et elles ne peuvent se comprendre autrement que comme ayant été formées par la *chute verticale* (3) de petites portions de ce verre suffisamment fluide. Des expériences de laboratoire ont montré que,

(1) A. Lacroix, La composition et la structure du fer météorique de Tamentit. L'oxydation des fers météoriques à haute température (*C. Rendus*, CLXXXV, 1927, p. 313).

(2) *C. Rendus*, La production de cet oxyde a enrichi en nickel les globules métalliques subsistant, dont la teneur en nickel a atteint 37 p. 100, alors qu'elle n'était originellement que de 8,39 p. 100. C'est donc ce qui se produit dans la production des sporado-sidérites, dont le fer est d'autant plus nickelé qu'il est moins abondant (Cf. Prior, *Miner. Magaz.*, XVIII, 1916, p. 260).

(3) Il n'est pas sans intérêt de comparer ces larmes et ces poires solidifiées au cours d'une chute de *haut en bas* avec les bombes volcaniques basaltiques qui, elles aussi, ont été modelées aux dépens d'un magma fluide, mais ont pris leur forme au cours d'une projection de bas en haut, lançant dans l'atmosphère un magma fondu visqueux, animé d'un mouvement rotatoire. Ces bombes sont généralement bipolaires, tandis que, sans exception, toutes les tectites étirées que j'ai vues sont monopolaires.

suivant les cas considérés, une température de 1 280° à 1 400° C. est nécessaire et suffisante pour les reproduire avec tous leurs détails.

Les boutons d'australite semblent avoir été façonnés par la rotation de gouttes assez fluides ayant traversé l'atmosphère avec une grande vitesse.

La vue des planches et la lecture du détail des descriptions de ce mémoire permettront de compléter cet exposé pour toutes les formes qui y sont représentées et décrites.

Les auteurs qui ont étudié les tectites ont attribué à des différences chimiques, entraînant une différence de fluidité, les formes diverses caractéristiques des tectites dans les trois grandes régions considérées. Les données fournies plus haut ont montré les exagérations de ce point de vue. Il me paraît plus vraisemblable que, comme pour expliquer les variations de dynamisme des volcans terrestres, il faut faire intervenir ici moins la composition chimique du magma que le degré de fluidité (1) possédé, au moment où ont été façonnées les pièces considérées. Ainsi l'on peut comprendre pourquoi l'on trouve, en Indochine par exemple, bien qu'avec une fréquence inégale, les divers types morphologiques reconnus dans les moldavites, etc.

Orientation géographique des régions à tectites. — Sir Edgeworth David, Summers et Ampt ont été les premiers à faire remarquer [**2**] que les trois régions à tectites se trouvent sur ou au voisinage d'un même grand cercle terrestre, représenté par la figure 1, sur quoi j'ai ajouté les gisements de l'Indochine. Ils pensent que ce grand cercle représente la trajectoire d'un bolide qui aurait saupoudré de ses débris la surface du globe, de l'Indochine à l'Australie et à la Bohême ; les types les plus acides des tectites (moldavites et verre de Darwin) se trouvant aux extrémités de ce long trajet et les types moins siliceux dans des situations intermédiaires, ces auteurs voient là une sorte de différenciation magmatique par gravitation.

Cette suggestion est intéressante à considérer, mais, pour lui donner l'importance d'une démonstration, il faudrait prouver qu'il y a eu synchronisme dans la chute de toutes les tectites ; or, si elles se trouvent toutes dans des conditions géologiques comparables, on a vu plus haut que l'âge absolu des alluvions qui les renferment n'a pas pu être déterminé. Il n'est pas certain qu'elles soient toutes du même âge, qu'elles résultent d'un seul et même phénomène. La solution de ce problème d'événements *cosmiques* se résume donc dans une question de stratigraphie *terrestre*.

Objections à la théorie. — Si l'on avait observé la chute du moindre fragment de tectite, toute la longue discussion qui précède serait inutile, mais nul n'a assisté à un tel phénomène, et cette carence d'observations a été dressée comme objection à l'hypothèse d'une origine extra-terrestre. Mais cette objection ne me paraît pas avoir grande valeur ; il faut remarquer, en effet, qu'il n'y a pas cent cinquante ans que la réalité de la chute des météorites est acceptée sans conteste. Or, pour les tectites, il s'agit de discuter un phénomène qui doit dater au moins de l'époque quaternaire.

En dehors des arguments exposés plus haut, la différence de composition existent entre les

(1) Étant donné le peu d'abondance des gaz dans le cas des tectites, c'est la température, à peu près seule, qui a dû conditionner cette fluidité.

tectites et les météorites n'est pas non plus sans réplique. De nos jours encore, il arrive de constater, de loin en loin, l'apparition de types nouveaux de météorites et qui sont restés uniques ; tel est le cas de la météorite (*angrite*) d'Angra dos Rios, au Brésil (30 juin 1869) et de celle (nakhlite) d'El Nakhla, en Égypte (28 juin 1911), par exemple.

Les auteurs anciens ont cité, en Europe, bien des chutes de pierres dont nous ignorons complètement la nature minéralogique. On n'a observé jusqu'ici, en Chine, que trois chutes de météorites dont les pierres ont été conservées. Mais récemment, M. C. Y. Hsienh (1) a fait de longues recherches dans la littérature chinoise ancienne, et il y a trouvé mention de 302 chutes qu'il considère comme certaines ; les météorites d'aucune d'elles n'ont été conservées ou tout au moins retrouvées.

Il n'est donc pas impossible que des chutes de tectites aient eu lieu au cours de la période historique sans avoir été repérées. Ces fragments de verre sont toujours de très petites dimensions ; une fois à terre, ils se morcellent spontanément ; on a vu plus haut avec quelle constance et quelle facilité ils se corrodent sur place et diminuent de volume. Il est donc vraisemblable qu'à la longue les tectites peuvent disparaître sans laisser de trace. Ceci pourrait expliquer pourquoi l'on n'en a pas trouvé dans les formations sédimentaires antérieures au Quaternaire, même si des chutes s'étaient produites au cours de périodes plus lointaines. D'ailleurs, la même absence est à remarquer en ce qui concerne les météorites, et on peut en donner la même explication.

Folklore. — En Malaisie, dans l'Insulinde, en Australie, l'existence des tectites n'a pas échappé aux indigènes. Ils leur attachent un certain prix et leur attribuent des propriétés magiques. Ils s'en servent comme de talismans.

Ils leur donnent même parfois des noms qui pourraient être symptomatiques : *excréments d'étoile, de tonnerre,* à Tan-hai (1) ; *crottes du diable,* à Haï-Nan ; *boules de lune,* à Billiton. Faut-il voir là un reste de vagues traditions anciennes, se rapportant à des chutes de tectites ? Avec un peu de bonne volonté, on pourrait l'admettre, mais je pense qu'il faut user avec prudence des indications fournies par le folklore. Dans nos campagnes de France, les Bélemnites et les nodules de marcasite de la Craie ne sont-ils pas considérés encore par beaucoup comme des *pierres de foudre* ? Dans le Soudan et dans bien d'autres régions, la même origine est attribuée aux haches de pierre polie.

Il est donc possible que l'attention des indigènes, souvent très aiguë pour les choses de la Nature, ait été simplement frappée par la rareté des tectites et par le contraste de leur forme, de leur couleur, de leur aspect, avec les cailloux qui les accompagnent et qu'ils aient été conduits ainsi à leur attribuer une origine et des propriétés merveilleuses.

(1) C. Y. Hsienh, Liste des météorites signalées dans la littérature chinoise de l'an 644 avant J.-C. jusqu'à 1917 *(The Science Society of China,* VII, 1923, n° 3, p. 90 *(en chinois).*

(2) Traduction littérale de l'appellation *Leui Kong Si,* en langue cantonaise (Communication de MM. Jabouille et Desrioux.

ULTIMES CONCLUSIONS

En terminant, je résumerai, d'une façon dogmatique, l'ensemble des conclusions qui me paraissent résulter, comme les plus vraisemblables, des longues discussions qui précèdent.

I. — Les tectites sont des verres naturels, comparables à ceux des rhyolites, à caractère monzonitique ou shoshonitique ; elles sont exceptionnellement riches en silice totale, ainsi qu'en silice libre, et renferment toujours au moins une petite quantité d'alumine libre.

Elles se distinguent de tous les verres volcaniques terrestres de teneur en silice analogue :

1° Par leur *composition chimique* : voir plus haut leurs parimètres magmatiques; pauvreté plus grande en gaz, CO^2 et CO dominant parmi ceux-ci ;

2° Par leurs *propriétés pétrographiques* : absence totale de toute trace de cristallisation.

II. — Les tectites ne sont connues qu'en fragments ayant, ou ayant eu, le plus souvent des formes figurées (poires, larmes, sphères, disques, baguettes, etc.) ; elles sont très fréquemment fracturées, en raison surtout de leur état de tension.

III. — La surface des tectites est toujours plus ou moins creusée de *sculptures* profondes et caractéristiques.

IV. — Les tectites ne se rencontrent que dans un très petit nombre de régions de la Terre, mais elles y sont distribuées sur de vastes espaces et parfois en très grande quantité.

Il n'existe aucun rapport entre leur composition et celle du substratum sur quoi elles reposent.

On les trouve toujours dans des alluvions d'âge quaternaire ou tertiaire ; elles y ont été concentrées par le ruissellement superficiel.

Les conclusions I à IV résultent d'observations concordantes ; elles doivent être considérées comme acquises définitivement.

V. — Les tectites sont d'*origine extra-terrestre*. Leurs formes figurées, leur structure interne (étirement, plissures) sont d'*origine primaire* ; ces caractéristiques ont pris naissance dans le trajet aérien, à travers l'atmosphère terrestre, d'une matière fondue, visqueuse, portée à haute température.

VI. — Les sculptures des tectites sont d'*origine secondaire*, produites par une *corrosion chimique*, effectuée dans les alluvions, où elles sont recueillies et où leurs ornements déli-

cats, à arêtes vives, subsistent intacts au milieu des matériaux plus durs qui les entourent.

Les conclusions V et VI ne pourraient être démontrées directement que par la constatation d'une chute de tectites, fait qui n'a pas été réalisé jusqu'ici ; la conclusion VI s'appuie cependant, dès à présent, sur des reproductions expérimentales.

VII. — Au point de vue géologique, les tectites sont, parmi les roches extra-terrestres, les homologues des roches granitiques, matériaux principaux de la croûte terrestre, de même que les météorites sont les homologues des roches constituant les couches profondes de la Terre.

VIII. — Cependant, à l'inverse des météorites qui possédaient toutes leurs caractéristiques lithologiques principales au moment de leur entrée dans l'atmosphère terrestre, les tectites se sont formées dans celle-ci, par oxydation violente et à haute température, d'un type non constaté directement, à l'état intact, de météorites uniquement métalliques, formées essentiellement de silicium et de métaux légers, instables en présence de l'oxygène. Cette oxydation, qui implique le dégagement d'une énorme quantité de chaleur, a dû entraîner la volatilisation d'une partie du produit de cette réaction et en fondre une autre, dont les éclaboussures sont des tectites, entièrement vitreuses, en raison de leur brusque refroidissement.

Cette dernière conclusion ne paraît susceptible d'aucune démonstration directe.

IX. — Comme conséquence de tout ce qui précède, dans une classification des roches extra-terrestres, vraiment philosophique, qui ne tient pas compte seulement de leur matière, mais fait aussi état de leur genèse, les tectites doivent être rapprochées des météorites, mais ne doivent pas être confondues avec elles.

Cette classification, complétée par cette considération, doit être la suivante :

ROCHES EXTRA-TERRESTRES

I. MÉTÉORITES. — Roches ayant pénétré dans l'atmosphère terrestre et atteint la terre avec leur composition minéralogique et leur structure originelles.

Elles se présentent à l'état de blocs ou de fragments sans formes figurées ; ils sont recouverts par un enduit extrêmement mince (croûte fondue), produit pendant leur traversée extrêmement rapide de l'atmosphère terrestre.

Elles doivent être divisées de la façon suivante :

a. Holométallites { holosidériques (holosidérites) ;
microsidériques (types présumés, mais non constatés).

b. Syssidérites.

c. Sporado-sidérites.

d. Asidérites.

II. Tectites. — Roches de formation *intra-atmosphérique*, formées par oxydation de météorites *holométallites microsidériques*, puis fusion des produits de cette oxydation.

Le verre résultant constitue de petits fragments, à formes figurées, qui témoignent de leur chute à l'état de gouttes fluides.

Il s'agit donc là d'un *pyrométamorphisme* d'holométallites pauvres en fer, mais riches en métaux légers.

La surface des tectites est creusée de sculptures très caractéristiques, mais elles sont dues à une corrosion chimique terrestre, indépendante, par suite, de l'origine des pièces qui les supportent.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Poires.

Fig. 1 et 2. — Lang-Bian (× 2). (Cf. p. 165, 174.)
Fig. 3 et 4. — Ile Tan-hai (× 2). (Cf. p. 165, 171.)

A gauche (fig. 1 et 3), faces, supposées supérieures, montrant l'étirement du verre sur la queue et sur la partie supérieure de la gibbosité. Dans la figure 1, la queue est légèrement retroussée en avant. Dans la figure 3, la gibbosité porte des *aires de calme* non étirées, supportant des pustules. Sur la figure 1, *cupules* de corrosion, surtout abondantes sur la gibbosité.

A droite (fig. 2 et 4), faces, supposées inférieures. Sur la figure 2, nombreuses *gouttières vermiformes.* Sur la figure 4, cassures dont les parois sont corrodées de la même façon que les gouttières vermiformes.

Ces figures mettent en évidence la dissymétrie de corrosion des deux faces d'une même poire.

PLANCHE II

Poires et larmes.

Lang-Bian.

Fig. 1 et 5. — *Poires* à queue étirée et tordue (grandeur naturelle). (Cf. p. 165.)
Fig. 2 et 3. — *Poires* à queue allongée ; la figure 2 est brisée à sa partie inférieure (× 1,10). (Cf. p. 165.)
Fig. 4. — *Poire* trapue dépourvue de queue (grandeur naturelle). (Cf. p. 165.)
Fig. 5 à 7. — *Poires* aplaties et coudées (× 1,10).
Fig. 8. — *Cornichons* avec, au milieu, une *poire* brisée à la base de la queue (grandeur naturelle). (Cf. p. 166.)

PLANCHE III

Larmes et bâtons.

Fig. 1. — *Larmes* allongées. Lang-Bian (grandeur naturelle). (Cf. p. 164.)
Fig. 2 (× 1,15) (grandeur naturelle) et 4. — *Bâtons,* renflés aux deux extrémités. Ile Tan-hai. (Cf. p. 166.)
Fig. 3. — *Bâton,* en forme d'haltère légèrement aplati. Ile Tan-hai (× 1,15). (Cf. p. 166.)

PLANCHE IV

Disques et pièces étirées.

Fig. 1. — Pièces *étirées* avec rigoles (bulles étirées). Lang-Bian (× 1,25). (Cf. p. 167.)
Fig. 2. — Pièces *étirées*, avec *cannelures* de corrosion. Lang-Bian (× 1,25). (Cf. p. 167, 170.)
Fig. 3. — *Disques* corrodés. La pièce du milieu est vue sur sa tranche. Lang-Bian (× 1,25). (Cf. p. 166.)
Fig. 4. — *Plaque*, avec larges bulles étirées et aplaties. Voir sa face inférieure, figure 3 de la planche XI. Ile Tan-hai (× 2). (Cf. p. 167, 172.)

PLANCHE V

Sphères et bulles gazeuses.

Ile Tan-hai.

Fig. 1. — *Sphères*, avec *cupules* et *gouttières vermiformes* (× 1,20). (Cf. p. 166.)
Fig. 2. — Fragments de grosses sphères formées par une croûte, plus ou moins épaisse, entourant une énorme bulle gazeuse (× 1,20). (Cf. p. 163, 165.)
Fig. 3 à 6. — Grosses *bulles* gazeuses coalescentes, plus ou moins déformées par étirement (× 1,20). (Cf. p. 163, 165.)

PLANCHE VI

Bulles gazeuses.

Lang-Bian.

Fig. 1 et 2. — *Bulles* gazeuses sphériques contenues dans des fragments de l'extrémité de la gibbosité de larmes. Plusieurs de ces bulles sont coalescentes (× 1,20). (Cf. p. 163.)
Fig. 3 à 8. — *Bulles* gazeuses étirées ou aplaties, à l'exception de la deuxième pièce, à gauche, qui se rapporte au même type que la figure précédente (grandeur naturelle). (Cf. p. 163.)

PLANCHE VII

Fig. 1 à 4. — Divers aspects des *cassures* des larmes et des poires. Forme de calotte sphérique, à gauche ; formes en carène, à droite : dans le dernier cas, on constate la présence de bulles gazeuses. Lang-Bian (grandeur naturelle). (Cf. p. 165, 168.)
Fig. 5. — Cassures naturelles, ayant fourni des solides limités par des surfaces en forme de casque ou de carène. Lang-Bian (× 1,5). (Cf. p. 168.)
Fig. 6 à 8. — Corrosion en forme de *cuvette*, remplie par un *dôme*, à section elliptique ou circulaire. Ile Tan-hai (× 2,3 ; × 1,4 ; × 2). (Cf. p. 173.)

PLANCHE VIII

Corrosions.

Lang-Bian.

Fig. 1, 2, 4. — *Plaques*, avec corrosions mettant en évidence l'*étirement* du verre, grâce à la production de *cannelures* rectilignes ou sinueuses, avec *aires de calme* (× 1,10). (Cf. p. 171.)

Fig. 3. — *Poire* avec *cannelures* de corrosion montrant la complication de l'étirement du verre. Des *cupules* de corrosion sont superposées à ces *cannelures* plus abondantes dans la partie gauche de la figure, où elles font localement disparaître les cannelures (× 2,6).

Fig. 5. — *Plaques* avec *cannelures verticales.*

Fig. 6 et 7. — Poire aplatie, avec queue retroussée perpendiculairement à l'aplatissement (face supérieure fig. 7). La figure 6, couverte de cupules, semble être la face inférieure (× 2,5). (Cf. p. 165, 174.)

PLANCHE IX

Corrosions.

Nord du Cambodge.

Larmes et *poires*, déformées par production de *cupules*, sans disposition régulière. Ce type se rencontre sans modification dans toute la plaine du Nord du Cambodge ; aussi ces pièces n'ont-elles pas été triées par localités (× 1,18 et grandeur naturelle). (Cf. p. 172.)

PLANCHE X

Corrosions.

Nord du Cambodge.

Fig. 1 à 4 (× 1,50). — *Cornichons* et *pièces aplaties* de divers gisements du Nord du Cambodge, couverts de cupules de corrosion. Dans la figure 3, les corrosions sont si intenses que les pièces sont devenues, par places, tellement minces qu'elles sont transparentes, tranchantes et hérissées de pointes aiguës. Il est impossible d'échapper à l'idée d'une sorte de dissolution effectuée sur place dans les alluvions, où ces échantillons ont été recueillis. (Cf. p. 172.)

PLANCHE XI

Corrosions.

Fig. 1 et 2. — Les deux faces d'une pièce aplatie et allongée, avec profondes cannelures d'étirement, en voie de transformation en *gouttières vermiformes.* Ile Tan-hai (× 1,22). (Cf. p. 172.)

Fig. 3. — Face inférieure, couverte de *gouttières vermiformes,* d'une *plaque* aplatie, dont la face supérieure est représentée par la figure 4 de la planche IV. Ile Tan-hai (× 2,1). (Cf. p. 172, 175.)

Fig. 4. — *Baguette* aplatie, avec cannelures de corrosion. Ile Tan-hai (× 1,22).

Fig. 5. — *Poires* en voie de déformation par production de *cupules* et de *tasses.* Lang-Bian (× 2,25). (Cf. p. 172.)

PLANCHE XII

Corrosions.

Fig. 1 et 2. — *Gouttières vermiformes* et *cupules* sur *larmes.* (Cf. p. 172.)

En bas et à gauche de la figure 1, une grosse *cupule* est creusée d'autres plus petites. Ile Tan-hai (× 1,80).

Fig. 3. — *Gouttières vermiformes* sur la partie inférieure d'un *bâton.* Ile Tan-hai (× 1,8). (Cf. p. 172.)

Fig. 4. — *Larme* montrant le contraste de la corrosion de la queue (*cannelures d'étirement*) et de la gibbosité (*cupules*). Lang-Bian (× 1,8). (Cf. 170, 172.)

Fig. 5. — *Disque* creusé de *gouttières vermiformes,* divergeant d'un centre. Ile Tan-hai (× 2,20). (Cf. 173.)

APPENDICE

Pendant le tirage de ce Mémoire, j'ai reçu de nombreux et importants documents nouveaux qu'il importe de signaler.

KOUANG-TCHÉOU-WAN

M. Jabouille a bien voulu me faire recueillir environ 95 kilogrammes de tectites à l'île Hai-Nan et sur le continent voisin.

Les échantillons de Hai-Nan proviennent des gisements précédemment décrits. Les pièces allongées atteignent jusqu'à 12 centimètres de longueur (larmes) et même 15 centimètres (plaques). Les débris de pièces constituées par du verre entourant une bulle gazeuse de très grande dimension (jusqu'à plus d'un décimètre de diamètre) sont très fréquents. L'examen de ces échantillons confirme l'opinion émise dans ce Mémoire, à savoir que les pièces à formes figurées régulières sont peu abondantes par rapport aux fragments irréguliers. Ici, à l'inverse de ce qui se passe au Lang-Bian, les fragments en plaquettes plus ou moins contournées sont beaucoup moins abondants que ceux qui sont compacts.

Le gisement continental se trouve à 1 ou 2 kilomètres au Nord de Fort-Bayard, sur ce qui reste d'une route allant de cette localité à Tche-kam (et non Tcho-kam); la tour chinoise dite du Bonheur marque le centre des investigations. La plus grande partie des échantillons sont des fragments compacts, limités par des cassures semblables à celles de la planche VII (fig. 5); les grosses bulles, isolées ou coalescentes, sont particulièrement nombreuses. Ces cassures sont peu corrodées, et j'ai même trouvé un échantillon dont la bulle a une surface éclatante.

HAI-NAN

M. le Dr Esserteau, gérant du Consulat de France à Hoi-how (Hoi-Lao), m'a fait recueillir des tectites à proximité et au Nord de Sean-Tô, à peu près à mi-chemin entre les deux sous-préfectures de Kuong-tchéou et de Went-chang. Elles sont disséminées sur le sol et sous une couche de sable blanc (alluvions récentes), dont l'épaisseur n'excède pas un mètre. Plus à l'Ouest, dans la direction de Kuong-tchéou, sur la rive gauche d'un ruisseau orienté Nord-Sud, le sol est formé par la terre rouge sur quoi n'a été trouvée aucune tectite.

Ces échantillons sont profondément corrodés. Les formes sont les mêmes qu'à Tan-hai.

(A. LACROIX)

Fig. 1 × 2

Fig. 2 × 2

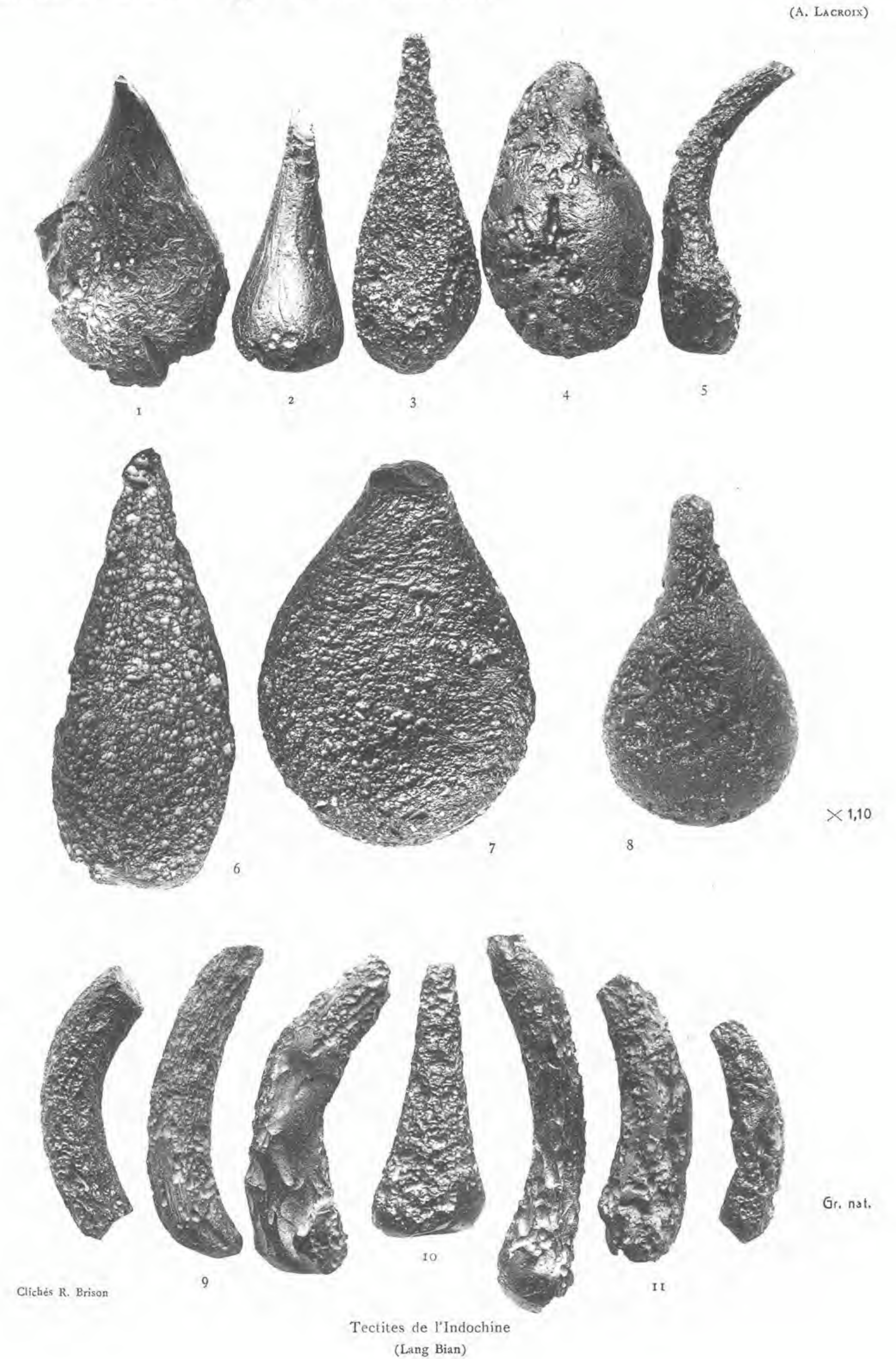
Fig. 3 × 2

× 2 Fig. 4

Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian et Ile Tan-hai)

(A. LACROIX)



Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian)

MASSON & Cie
ÉDITEURS

(A. LACROIX)

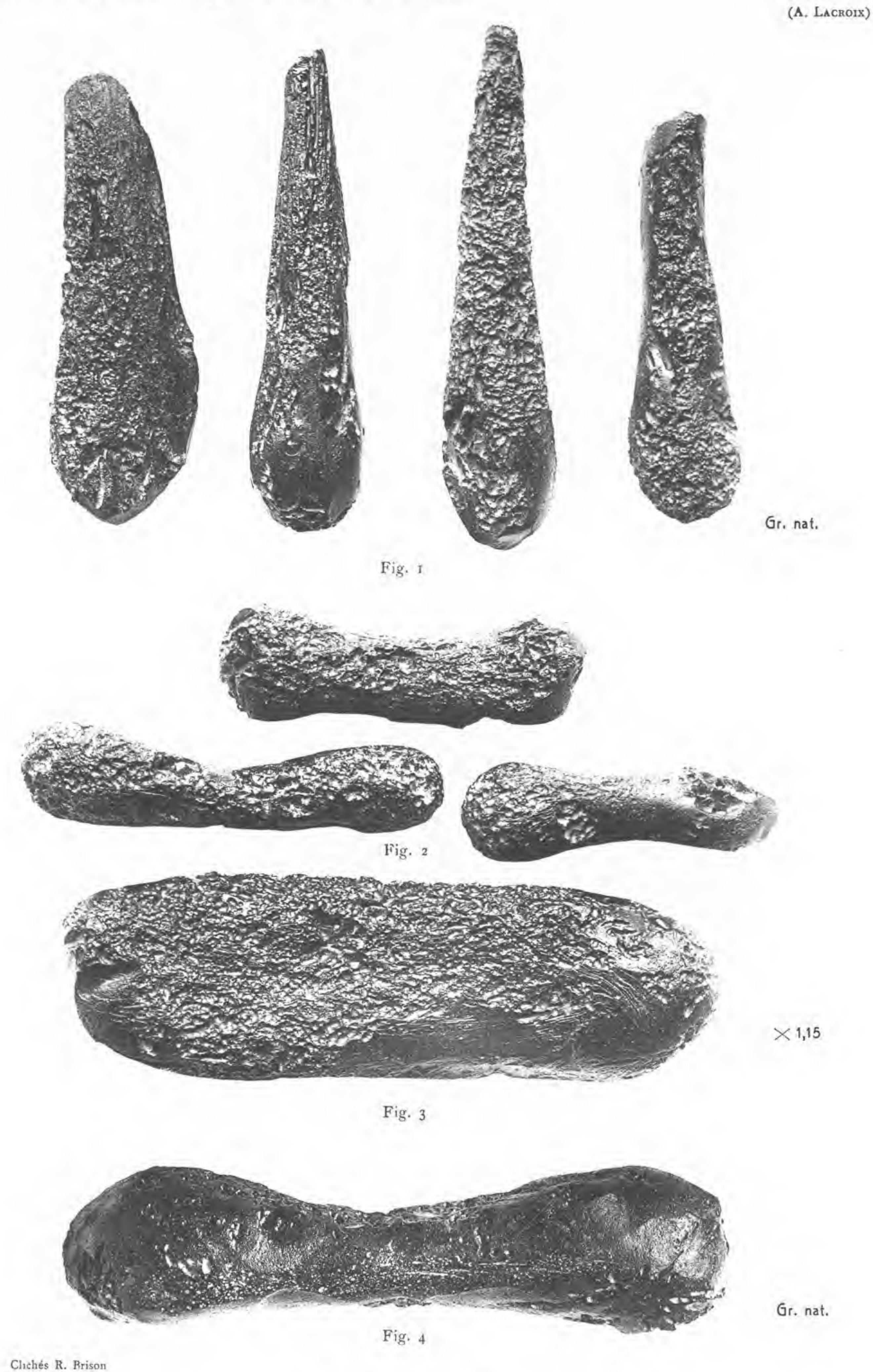


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

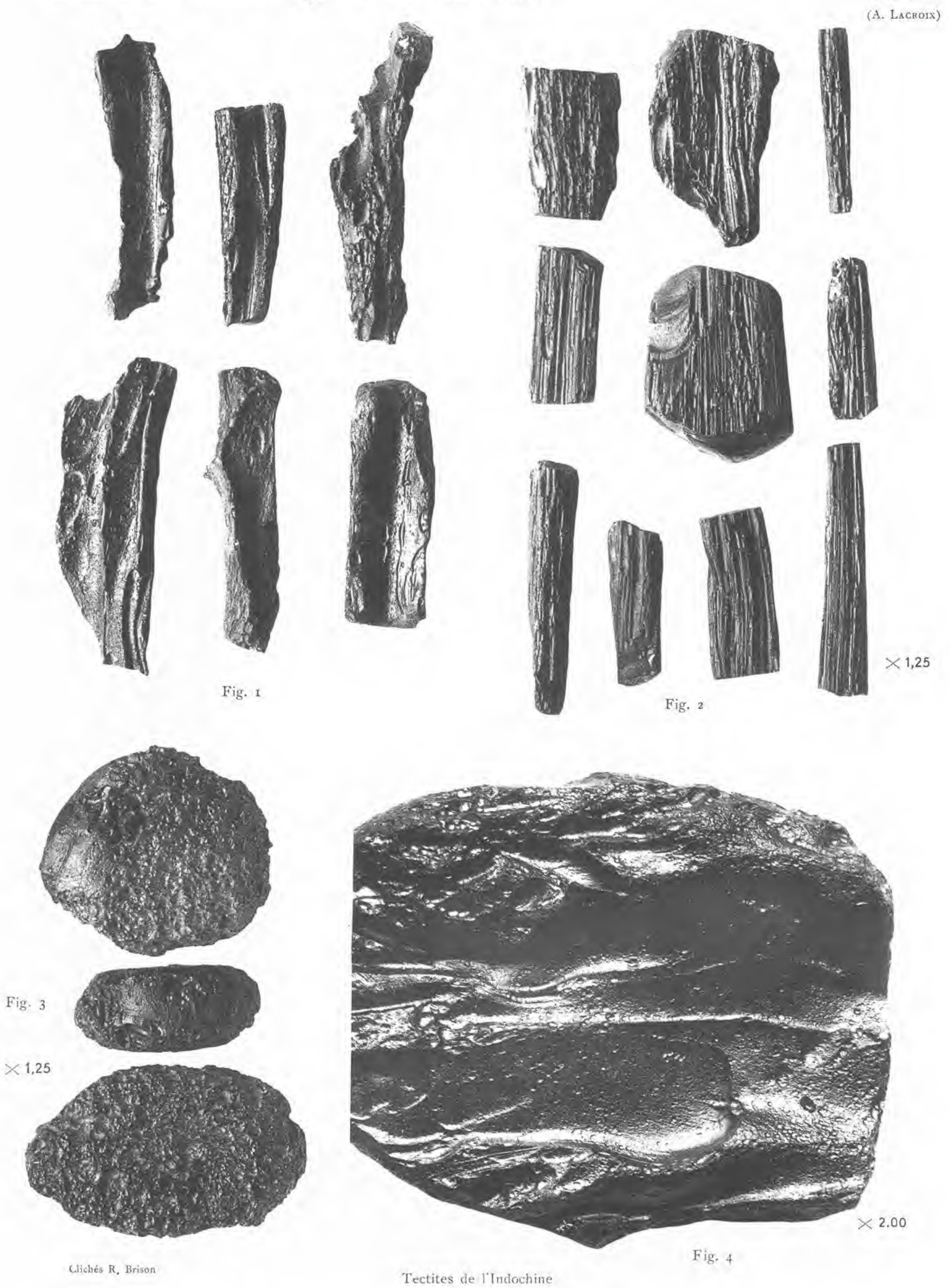
Fig. 4

Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian et Ile Tan-hai)

MASSON & Cie
ÉDITEURS

(A. LACROIX)



Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian et Ile Tan-hai)

MASSON & Cie
ÉDITEURS

Fig. 1

× 1,20

Fig. 2

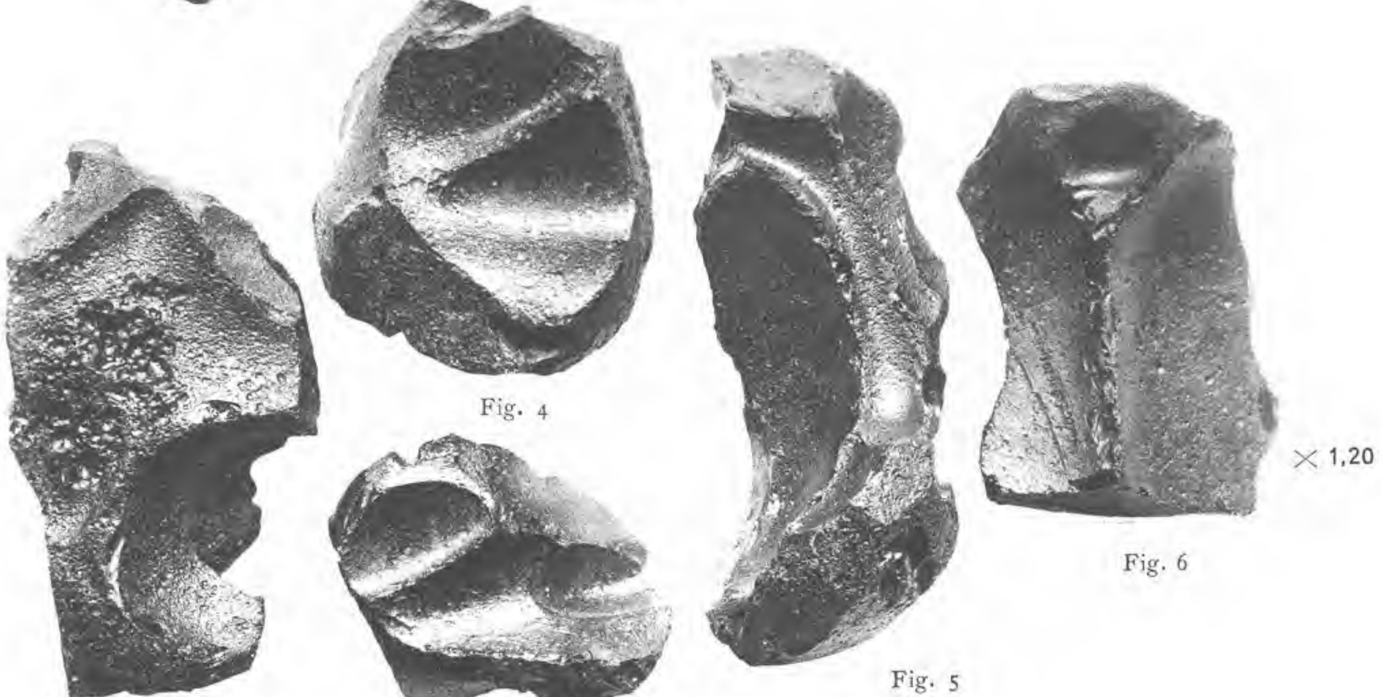


Fig. 4

× 1,20

Fig. 6

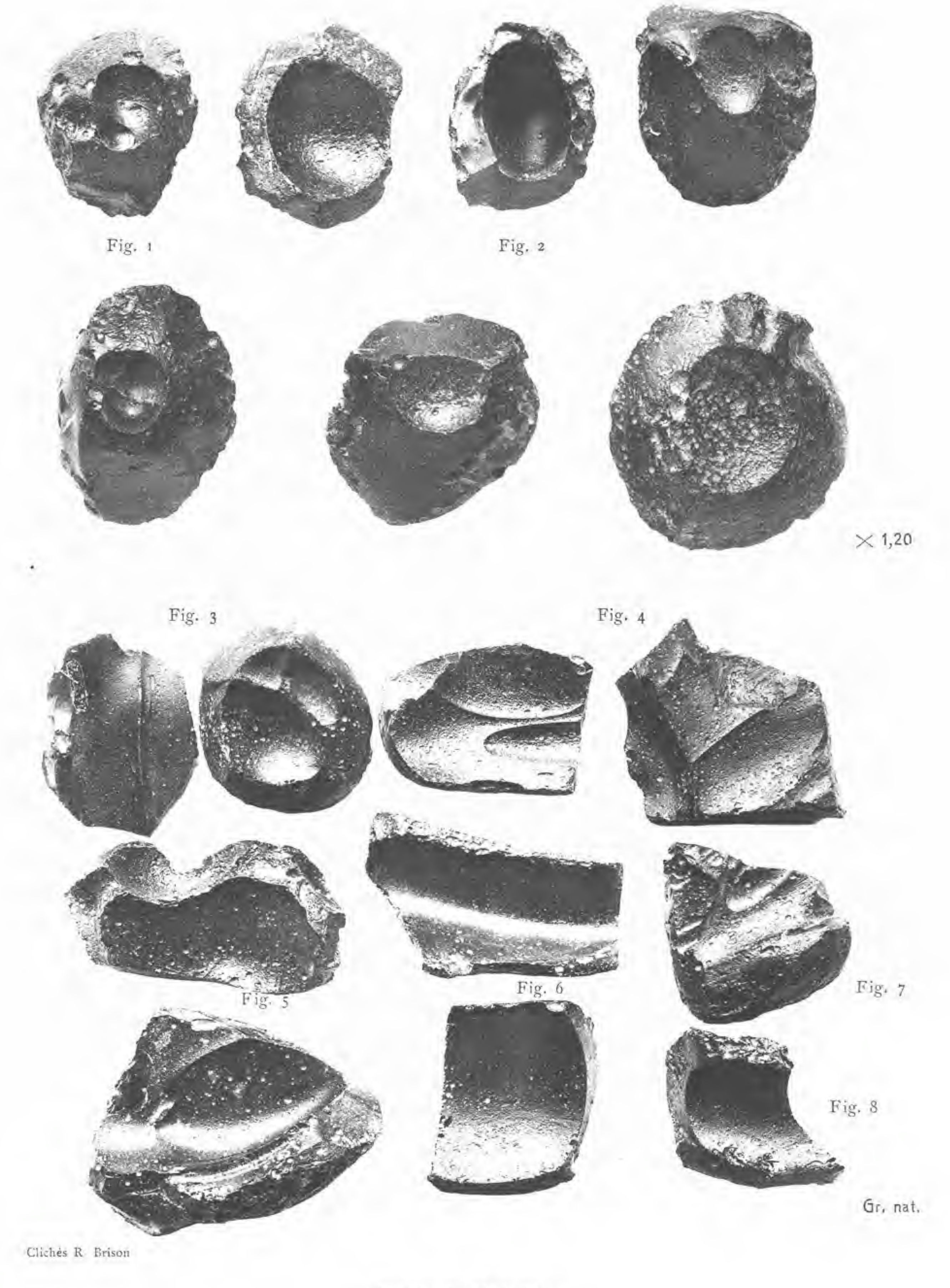
Fig. 5

Fig. 3

Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Ile Tan-hai)

MASSON & Cie



Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian)

MASSON & Cie
ÉDITEURS

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 Gr. nat.

Fig. 5 × 1.5

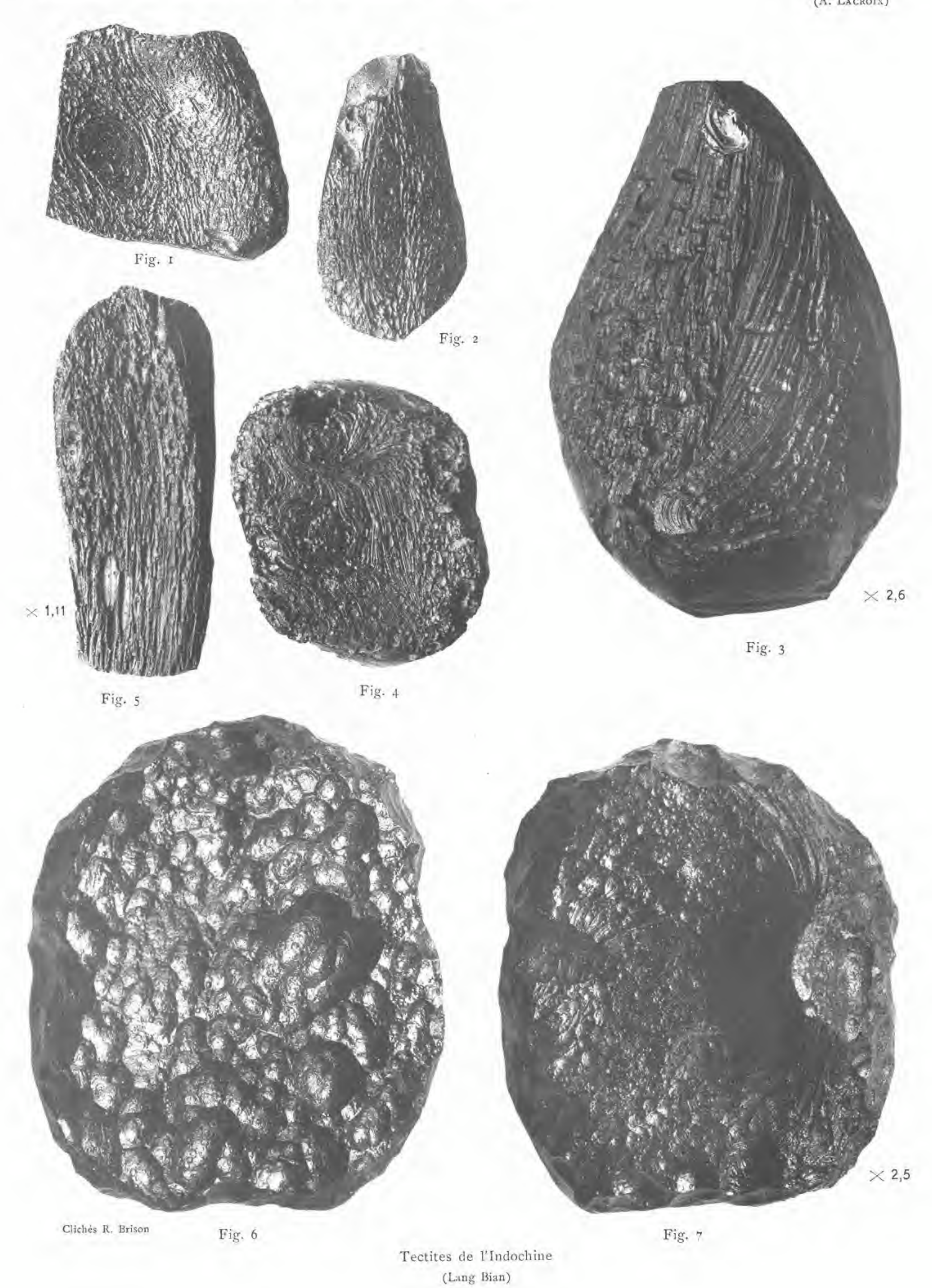
Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8

× 2,3 × 1,4 × 2

Cliches R Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian et Ile Tan-hai)

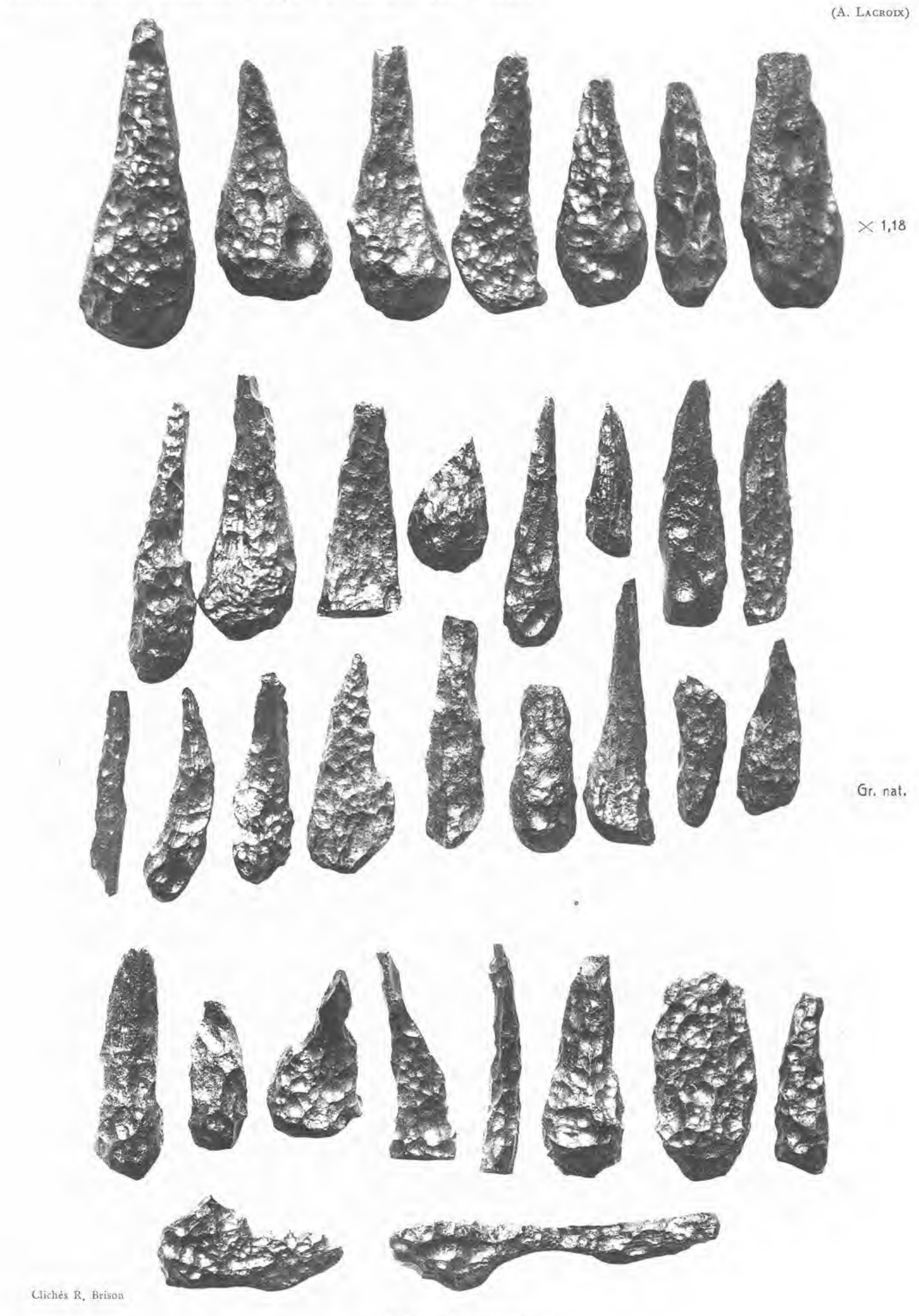
MASSON & Cie
ÉDITEURS



Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian)

MASSON & Cie
ÉDITEURS



Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(N. du Cambodge)

Masson & Cie
Éditeurs

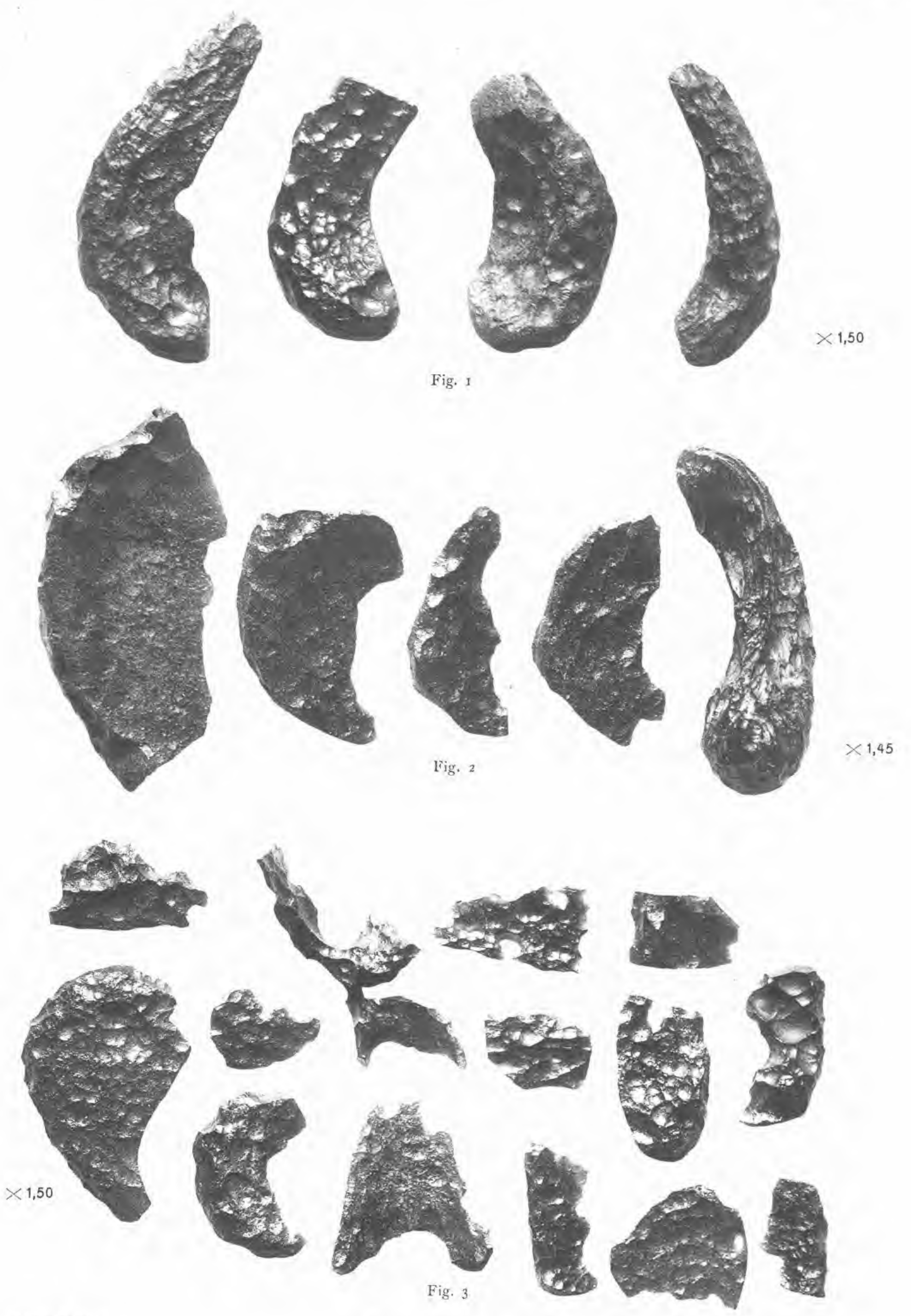


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(N. du Cambodge)

MASSON & Cie

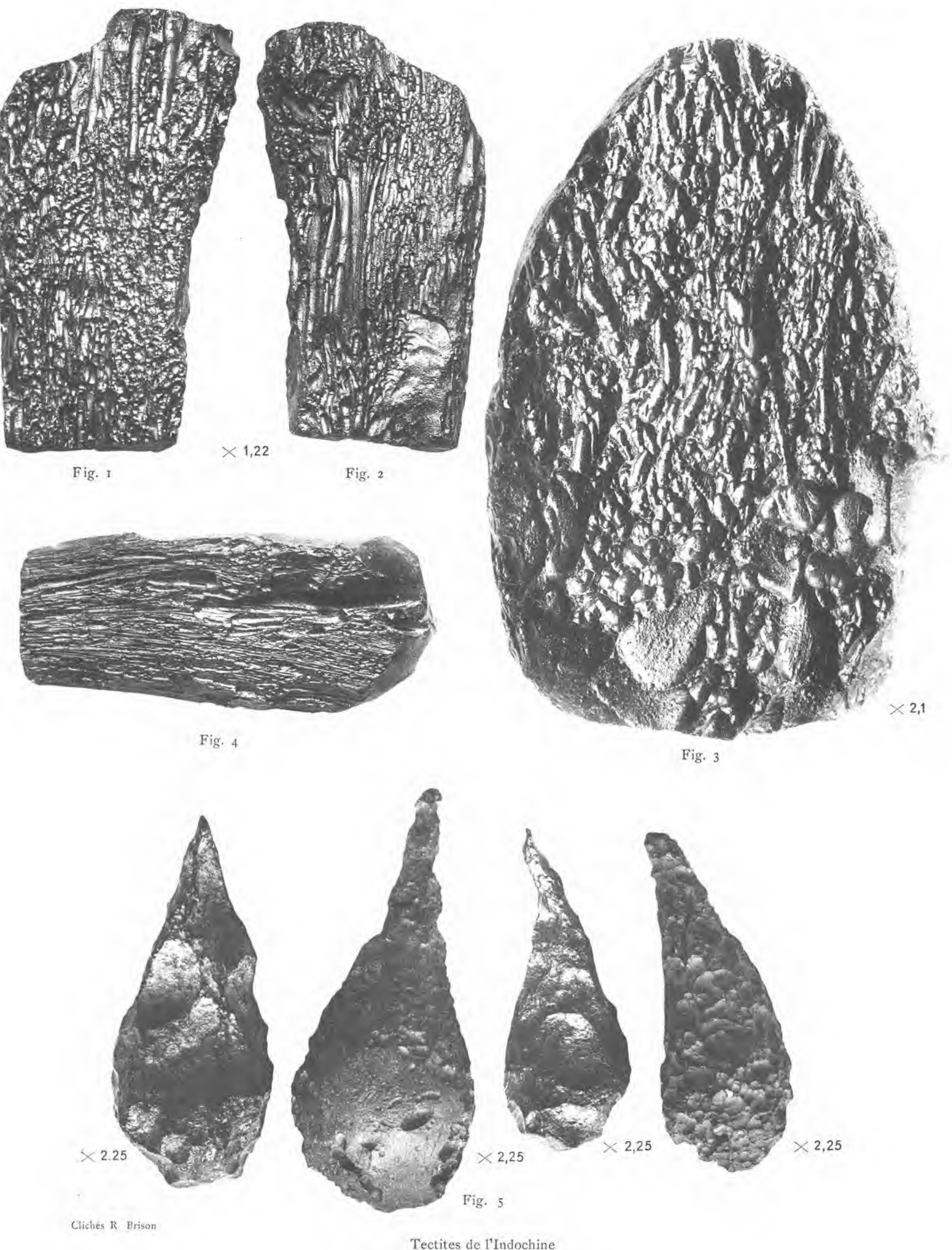


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5

Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian et Ile Tan-hai)

MASSON & Cie
ÉDITEURS

(A. LACROIX)

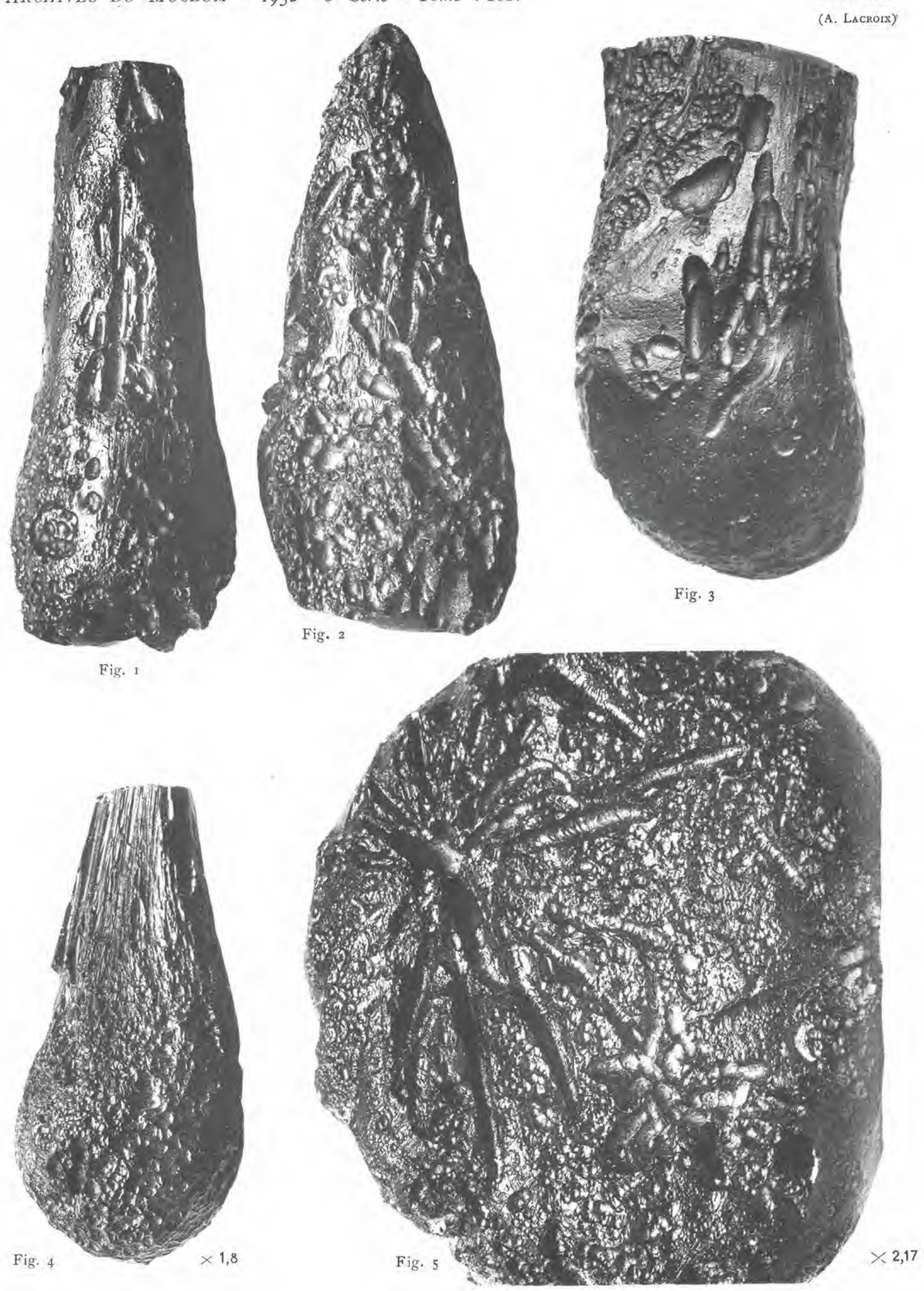


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4 × 1,8

Fig. 5 × 2,17

Clichés R. Brison

Tectites de l'Indochine
(Lang Bian et Ile Tan-hai)

MASSON & Cie
ÉDITEURS

TABLE DES MATIÈRES

B. — Les tectites des autres régions de l'Extrême-Orient.

C. — Comparaison entre les tectites des diverses régions de l'Extrême-Orient.

III

LE MODE DE GISEMENT ET LA MORPHOLOGIE DES TECTITES EN DEHORS DE L'EXTRÊME-ORIENT

A. — Australie-Tasmanie.

B. — Tchécoslovaquie (Bohême et Moldavie).

IV

COMPOSITION CHIMIQUE

V

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

VI

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les hypothèses.

Ultimes conclusions.

TABLE DES MATIÈRES

7009-31. — CORBEIL, IMPRIMERIE CRÉTÉ.

